

日 本 国 特 許
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-211583

[ST.10/C]:

[JP2002-211583]

出 願 人

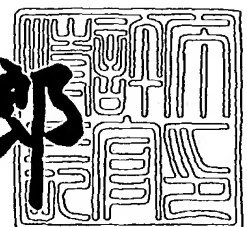
Applicant(s):

セイコーエプソン株式会社

2003年 6月 6日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3044415

【書類名】 特許願
 【整理番号】 J0091810
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G03G 15/00
 【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 志村 英次

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 ▲濱▼ 高志

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105980

【弁理士】

【氏名又は名称】 梁瀬 右司

【選任した代理人】

【識別番号】 100105935

【弁理士】

【氏名又は名称】 振角 正一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054601

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特2002-211583

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003737

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像形成装置および画像形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、
その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、

前記トナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化するバイアス印加手段と
を備え、

画像信号に対応した静電潜像を前記像担持体に形成するとともに該静電潜像をトナーにより顕像化することで前記画像信号に対応した画像を形成する画像形成動作を実行する画像形成装置において、

画像形成動作を終了してからの動作停止時間が所定の最大停止時間に達したときには、所定のパッチ画像パターンに対応したパッチ画像信号を前記画像信号として前記画像形成動作を実行しパッチ画像を形成するとともに、前記パッチ画像の画像濃度を検出しその検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 前記動作停止時間が前記最大停止時間に達したときには、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体が少なくとも 1 周以上回転するように構成された請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】 前記濃度制御因子の 1 つとして前記現像バイアスを最適化する請求項 1 または 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】 前記像担持体の表面を光ビームで露光することにより前記像担持体表面に静電潜像を形成する露光手段をさらに備え、

前記濃度制御因子の 1 つとして前記光ビームのエネルギー密度を最適化する請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 5】 前記静電潜像が形成されるのに先立って、前記像担持体の表面を所定の表面電位に帯電させる帯電手段をさらに備え、

前記帯電手段による前記像担持体の帯電動作を停止した時から前記動作停止時間を起算する請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 6】 画像信号に対応した静電潜像を像担持体に形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化し、前記画像信号に対応した画像を形成する画像形成方法において、

画像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の最大停止時間に達したときには、所定のパッチ画像パターンに対応した画像信号に基づいてパッチ画像を形成するとともにその画像濃度を検出し、その検出結果に基づき画像濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御することを特徴とする画像形成方法。

【請求項 7】 前記動作停止時間が前記最大停止時間に達したときには、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体を少なくとも 1 周以上回転させる請求項 6 に記載の画像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、静電潜像が形成される像担持体と、トナーを担持するトナー担持体とを対向配置させた状態で前記トナー担持体に現像バイアスを印加して前記トナー担持体から前記像担持体にトナーを移動させて前記静電潜像を顕像化する画像形成装置および画像形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

このような画像形成装置としては、像担持体とトナー担持体とが当接状態に保持された接触現像方式のものと、これらが離間した状態に保持された非接触現像方式のものとが知られている。このうち、接触現像方式の画像形成装置では、直流電圧もしくは直流電圧に交流電圧を重ねられた現像バイアスがトナー担持体に印加されており、その表面に担持されたトナーが像担持体上の静電潜像に接触し

た際、その表面電位に応じて一部が像担持体側に移動することによってトナー像が形成される。

【0003】

また、非接触現像方式の画像形成装置では、現像バイアスとしての交番電圧がトナー担持体に印加されることで像担持体との間のギャップに交番電界が形成され、この交番電界の作用によりトナーが飛翔することでトナー像が形成される。

【0004】

この種の装置では、装置の個体差、経時変化や、温湿度など装置の周囲環境の変化に起因してトナー像の画像濃度が異なることがある。そこで、従来より、画像濃度の安定化を図るための種々の技術が提案されている。このような技術としては、例えば像担持体上にテスト用の小画像（パッチ画像）を形成し、そのパッチ画像の濃度に基づいて、画像の濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化する技術がある。この技術は、濃度制御因子を種々に変更設定しながら像担持体上に所定のパッチ画像を形成するとともに、像担持体の近傍に設置した濃度センサによりその画像濃度を検出し、その濃度が予め設定された目標濃度と一致するように濃度制御因子を調節することで、所望の画像濃度を得ようとするものである。

【0005】

例えば、特開2002-72584号公報に記載の画像濃度制御技術では、（1）装置本体電源のオン時、（2）プロセスカートリッジもしくは現像カートリッジの交換時、（3）装置が長時間使用されていない状態で新たにプリント命令を受けた時および（4）所定の枚数がプリントされた時に、次の画像形成に先立って、所定のトナーパッチを形成し、その濃度に基づき濃度制御因子としての現像バイアスを変化させて画像濃度を制御している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

この種の画像形成装置では、電源のオフ状態、あるいは電源がオンであっても画像形成を行わない動作停止状態が長時間にわたり継続した場合、その後に行う画像形成動作において形成した画像に周期的な濃度ムラが生じる場合があることが知られている。このような濃度ムラは画像形成動作を何度か繰り返すことで次

第に解消されるが、動作停止状態にある時間が長くなるとその解消に要する時間も長くなり、また画像品質が看過できない程度にまで低下する場合もある。

【0007】

特に、このような動作停止状態の後にパッチ画像を形成して濃度制御因子の調節を行う従来技術の画像形成装置では、上記した濃度ムラによってパッチ画像の濃度が変動することがある。そのため、その濃度に基づく濃度制御因子の調節が精度よく行えず、その結果、安定した画像を形成することが難しいという問題があった。

【0008】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、動作停止状態が長時間にわたり継続することで現れる濃度ムラの発生を抑制し、画質の良好なトナー像を安定して形成することのできる画像形成装置および画像形成方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この発明は、その表面に静電潜像を担持可能に構成された像担持体と、その表面にトナーを担持しながら所定の方向に回転することで前記像担持体との対向位置に前記トナーを搬送するトナー担持体と、前記トナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化するバイアス印加手段とを備え、画像信号に対応した静電潜像を前記像担持体に形成するとともに該静電潜像をトナーにより顕像化することで前記画像信号に対応した画像を形成する画像形成動作を実行する画像形成装置において、上記目的を達成するため、画像形成動作を終了してからの動作停止時間が所定の最大停止時間に達したときには、所定のパッチ画像パターンに対応したパッチ画像信号を前記画像信号として前記画像形成動作を実行しパッチ画像を形成するとともに、前記パッチ画像の画像濃度を検出しその検出結果に基づき画像の濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御することを特徴としている。

【0010】

本願発明者は、動作停止状態が継続した後の画像形成動作において周期的な濃度ムラが現れる原因について、種々の実験の結果から次のような知見を得た。すなわち、このような濃度ムラは、トナー担持体の表面にトナーを付着させたまま長時間放置することによって次第にトナー担持体とトナーとの結合が強固となりトナーをトナー担持体から引き離すのにより大きな力が必要となること、および、停止した状態でのトナー担持体の表面状態は一様でなくその表面に接しているトナー密度が位置により異なるなど不均一な状態となっているため、上記したトナーとトナー担持体との結合の程度も不均一となっていることを主たる原因として発生していることがわかった。

【 0 0 1 1 】

そこで、この発明では、画像形成動作が終了して装置が動作停止状態となってから所定の最大停止時間が経過したときには、所定のパッチ画像を形成する画像形成動作を実行するようにしている。したがって、ユーザからの画像形成要求に基づく画像形成動作が長時間にわたり実行されなかったとしても、装置は一定期間すなわち最大停止時間毎にパッチ画像信号に基づく画像形成動作を実行しており、この最大停止時間を超えてトナーがトナー担持体上に放置されることがないので、上記した濃度ムラの発生を効果的に抑制することができる。

【 0 0 1 2 】

しかも、このように一定期間毎にパッチ画像を形成し、その画像濃度に基づいて濃度制御因子を最適化しているため、画像形成動作中あるいは動作停止中を問わず常に一定の画像濃度で画像形成を行える状態が保たれている。そのため、ユーザからの要求に応じて先に画像形成を行ってから長い時間間隔を空けて次の画像形成を行った場合でも、その間の画像濃度の変化が少なく画質の良好な画像を安定して形成することができるのはもちろんのこと、次の画像形成を行うのに先立ち改めて濃度制御因子の最適化を行う必要がないので、画像が得られるまでのユーザの待ち時間を短くすることができる。

【 0 0 1 3 】

また、この画像形成装置では、前記動作停止時間が前記最大停止時間に達したときには、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体が少なくと

も1周以上回転するように構成するのが望ましい。こうすることで以下のような作用効果が得られる。すなわち、上記したように、長期間にわたって動作停止状態が継続した場合トナー担持体上のトナーの状態は一様でなく何らかの不均一性を有している。この発明では、この動作停止状態が継続する期間が最大停止時間を超えないようにすることで濃度ムラが発生するほどの不均一性が生じるのを防止しているが、画像濃度を制御するための指標となるパッチ画像にあってはこのような濃度ムラは可能な限り低く抑えるのが望ましい。そこで、パッチ画像形成に先立ってトナー担持体を少なくとも1周以上回転させるとトナー担持体上のトナーの不均一性は緩和されてより均一な状態に近くなり、こうすることで濃度ムラの発生をより効果的に抑制することができる。

【0014】

このような濃度制御因子として例えば前記現像バイアスを用い、パッチ画像の濃度に基づき現像バイアスを最適化するようにしてもよい。

【0015】

また、前記像担持体の表面を光ビームで露光することにより前記像担持体表面に静電潜像を形成する露光手段をさらに備える場合には、前記濃度制御因子の1つとして前記光ビームのエネルギー密度を最適化するようにしてもよい。

【0016】

さらに、前記静電潜像が形成されるのに先立って、前記像担持体の表面を所定の表面電位に帯電させる帯電手段をさらに備える場合には、前記帯電手段による前記像担持体の帯電動作を停止した時から前記動作停止時間を起算するようにしてもよい。

【0017】

また、この発明は、画像信号に対応した静電潜像を像担持体に形成するとともに、その表面にトナーを担持しながら回転するトナー担持体に所定の現像バイアスを印加して前記トナー担持体に担持されるトナーを前記像担持体に移動させることによって前記静電潜像をトナーにより顕像化し、前記画像信号に対応した画像を形成する画像形成方法において、上記目的を達成するため、画像の形成を終了してからの動作停止時間が所定の最大停止時間に達したときには、所定のパッ

チ画像パターンに対応した画像信号に基づいてパッチ画像を形成するとともにその画像濃度を検出し、その検出結果に基づきトナー像の濃度に影響を与える濃度制御因子を最適化して画像濃度を制御することを特徴としている。

【0018】

このように構成された画像形成方法では、画像形成終了後、動作停止状態のまま最大停止時間を経過したときには、ユーザから次の画像形成動作の要求があるか否とにかかわらず、パッチ画像を形成して濃度制御因子を調節する。このように一定の時間毎に画像形成を行うことによって、前記装置と同様に、トナー担持体上のトナーが長時間にわたり放置されることを未然に防止し、濃度ムラの発生を効果的に抑制することが可能である。

【0019】

また、この画像形成方法においても、トナー担持体上のトナーをより均一化して濃度ムラを低減するために、前記動作停止時間が前記最大停止時間に達したときには、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体を少なくとも1周以上回転させるのが望ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】

(I) 装置の構成

図1は、この発明にかかる画像形成装置の一実施形態を示す図である。また、図2は図1の画像形成装置の電氣的構成を示すブロック図である。この画像形成装置は、イエロー（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、ブラック（K）の4色のトナーを重ね合わせてフルカラー画像を形成したり、ブラック（K）のトナーのみを用いてモノクロ画像を形成する装置である。この画像形成装置では、ユーザからの画像形成要求に応じてホストコンピュータなどの外部装置から画像信号がメインコントローラ11に与えられると、このメインコントローラ11からの指令に応じてエンジンコントローラ10がエンジン部EGの各部を制御してシートSに画像信号に対応する画像を形成する。

【0021】

このエンジン部EGでは、感光体2が図1の矢印方向D1に回転自在に設けら

れている。また、この感光体2の周りにその回転方向D1に沿って、帯電ユニット3、ロータリー現像ユニット4およびクリーニング部5がそれぞれ配置されている。帯電ユニット3は帯電制御部103から帯電バイアスが印加されており、感光体2の外周面を所定の表面電位に均一に帯電させる。このように、この実施形態では、帯電ユニット3が本発明の「帯電手段」として機能している。

【0022】

そして、この帯電ユニット3によって帯電された感光体2の外周面に向けて露光ユニット6から光ビームLが照射される。この露光ユニット6は、本発明の「露光手段」として機能するものであり、露光制御部102から与えられる制御指令に応じて光ビームLを感光体2上に露光して感光体2上に画像信号に対応する静電潜像を形成する。例えば、ホストコンピュータなどの外部装置よりインターフェース112を介してメインコントローラ11のCPU111に画像信号が与えられると、エンジンコントローラ10のCPU101が露光制御部102に対し所定のタイミングで画像信号に対応した制御信号を出力し、これに応じて露光ユニット6から光ビームLが感光体2上に照射されて、画像信号に対応する静電潜像が感光体2上に形成される。また、必要に応じて後述するパッチ画像を形成する場合には、予め設定された所定パターンのパッチ画像信号に対応した制御信号がCPU101から露光制御部102に与えられ、該パターンに対応する静電潜像が感光体2上に形成される。このように、この実施形態では、感光体2が本発明の「像担持体」として機能する。

【0023】

こうして形成された静電潜像は現像ユニット4によってトナー現像される。すなわち、この実施形態では、現像ユニット4は、軸中心に回転自在に設けられた支持フレーム40、図示を省略する回転駆動部、支持フレーム40に対して着脱自在に構成されてそれぞれの色のトナーを内蔵するイエロー用の現像器4Y、シアン用の現像器4C、マゼンタ用の現像器4M、およびブラック用の現像器4Kを備えている。この現像ユニット4は、図2に示すように、現像器制御部104により制御されている。そして、この現像器制御部104からの制御指令に基づいて、現像ユニット4が回転駆動されるとともにこれらの現像器4Y、4C、4

M、4 Kが選択的に感光体2と対向する所定の現像位置に位置決めされて、選択された色のトナーを感光体2の表面に付与する。これによって、感光体2上の静電潜像が選択トナー色で顕像化される。なお、図1は、イエロー用の現像器4 Yが現像位置に位置決めされた状態を示している。

【0024】

これらの現像器4 Y、4 C、4 M、4 Kはいずれも同一構造を有している。したがって、ここでは、現像器4 Kの構成について図3を参照しながらさらに詳しく説明するが、その他の現像器4 Y、4 C、4 Mについてもその構造および機能は同じである。図3は、この画像形成装置の現像器を示す断面図である。この現像器4 Kでは、その内部にトナーTを収容するハウジング4 1に供給ローラ4 3および現像ローラ4 4が軸着されており、当該現像器4 Kが上記した現像位置に位置決めされると、本発明の「トナー担持体」として機能する現像ローラ4 4が感光体2と当接してまたは所定のギャップを隔てて対向位置決めされるとともに、これらのローラ4 3、4 4が本体側に設けられた回転駆動部（図示省略）と係合されて所定の方向に回転する。この現像ローラ4 4は、後述する現像バイアスを印加されるべく銅、ステンレス、アルミニウム等の金属または合金により円筒状に形成されている。そして、2つのローラ4 3、4 4が接触しながら回転することでブラックトナーが現像ローラ4 4の表面に擦り付けられて所定厚みのトナー層が現像ローラ4 4表面に形成される。

【0025】

また、この現像器4 Kでは、現像ローラ4 4の表面に形成されるトナー層の厚みを所定厚みに規制するための規制ブレード4 5が配置されている。この規制ブレード4 5は、ステンレスやリン青銅などの板状部材4 5 1と、板状部材4 5 1の先端部に取り付けられたゴムや樹脂部材などの弾性部材4 5 2とで構成されている。この板状部材4 5 1の後端部はハウジング4 1に固着されており、現像ローラ4 4の回転方向D3において、板状部材4 5 1の先端部に取り付けられた弾性部材4 5 2が板状部材4 5 1の後端部よりも上流側に位置するように配設されている。そして、その弾性部材4 5 2が現像ローラ4 4表面に弾性的に当接して現像ローラ4 4の表面に形成されるトナー層を最終的に所定の厚みに規制する。

【 0 0 2 6 】

なお、現像ローラ 4 4 表面のトナー層を構成する各トナー粒子は、供給ローラ 4 3、規制ブレード 4 5 と摩擦されたことによって帯電しており、ここではトナーが負に帯電するものとして以下説明するが、装置各部の電位を適宜変更することで正に帯電するトナーも使用可能である。

【 0 0 2 7 】

このようにして現像ローラ 4 4 の表面に形成されたトナー層は、現像ローラ 4 4 の回転によって順次、その表面に静電潜像が形成されている感光体 2 との対向位置に搬送される。そして、本発明の「バイアス印加手段」として機能する現像器制御部 1 0 4 からの現像バイアスが現像ローラ 4 4 に印加されると、現像ローラ 4 4 上に担持されたトナーは、感光体 2 の表面各部にその表面電位に応じて部分的に付着し、こうして感光体 2 上の静電潜像が当該トナー色のトナー像として顕像化される。

【 0 0 2 8 】

現像ローラ 4 4 に与える現像バイアスとしては、直流電圧、もしくは直流電圧に交流電圧を重ねたものを用いることができるが、特に感光体 2 と現像ローラ 4 4 とを離間配置し、両者の間でトナーを飛翔させることでトナー現像を行う非接触現像方式の画像形成装置では、効率よくトナーを飛翔させるために直流電圧に対して正弦波、三角波、矩形波等の交流電圧を重ねた電圧波形とすることが好ましい。このような直流電圧の大きさおよび交流電圧の振幅、周波数、デューティ比等については任意であるが、以下、本明細書においては、現像バイアスが交流成分を有すると否とにかかわらず、その直流成分（平均値）を直流現像バイアス V_{avg} と称することとする。

【 0 0 2 9 】

ここで、非接触現像方式の画像形成装置における上記現像バイアスとして好ましいものの一例を示すが、これらの数値等は下記に限定されず、装置構成に応じて適宜変更されるべきものである。例えば、現像バイアスの波形は直流電圧に矩形波交流電圧を重ねたものであり、その矩形波の周波数は 3 k H z、振幅は 1 4 0 0 V である。また、後述するように、本実施形態では現像バイアス V_{avg} を

濃度制御因子の1つとして変更可能としているが、その可変範囲としては、画像濃度への影響や感光体2の特性ばらつき等を考慮して、例えば (-110) V \sim (-330) Vとすることができる。

【0030】

また、図2に示すように、各現像器4Y、4C、4M、4Kには該現像器の製造ロットや使用履歴、内蔵トナーの特性などに関するデータを記憶するメモリ91 \sim 94がそれぞれ設けられている。さらに、各現像器4Y、4C、4M、4Kにはコネクタ49Y、49C、49M、49Kがそれぞれ設けられている。そして、必要に応じて、これらが選択的に本体側に設けられたコネクタ108と接続され、インターフェース105を介してCPU101と各メモリ91 \sim 94との間でデータの送受を行って該現像器に関する消耗品管理等の各種情報の管理を行っている。なお、この実施形態では本体側コネクタ108と各現像器側のコネクタ49K等とが機械的に嵌合することで相互にデータ送受を行っているが、例えば無線通信等の電磁的手段を用いて非接触にてデータ送受を行うようにしてもよい。また、各現像器4Y、4C、4M、4Kに固有のデータを記憶するメモリ91 \sim 94は、電源オフ状態や該現像器が本体から取り外された状態でもそのデータを保存できる不揮発性メモリであることが望ましく、このような不揮発性メモリとしては例えばフラッシュメモリや強誘電体メモリ、EEPROMなどを用いることができる。

【0031】

図1に戻って、装置構成の説明を続ける。上記のようにして現像ユニット4で現像されたトナー像は、一次転写領域TR1で転写ユニット7の中間転写ベルト71上に一次転写される。転写ユニット7は、複数のローラ72 \sim 75に掛け渡された中間転写ベルト71と、ローラ73を回転駆動することで中間転写ベルト71を所定の回転方向D2に回転させる駆動部（図示省略）とを備えている。さらに、中間転写ベルト71を挟んでローラ73と対向する位置には、該ベルト71表面に対して不図示の電磁クラッチにより当接・離間移動可能に構成された二次転写ローラ78が設けられている。そして、カラー画像をシートSに転写する場合には、感光体2上に形成される各色のトナー像を中間転写ベルト71上に重

ね合わせてカラー画像を形成するとともに、カセット 8 から取り出されて中間転写ベルト 7 1 と二次転写ローラ 7 8 との間の二次転写領域 T R 2 に搬送されてくるシート S 上にカラー画像を二次転写する。また、こうしてカラー画像が形成されたシート S は定着ユニット 9 を経由して装置本体の上面部に設けられた排出トレイ部に搬送される。なお、中間転写ベルト 7 1 へトナー像を一次転写した後の感光体 2 は、不図示の除電手段によりその表面電位がリセットされ、さらに、その表面に残留したトナーがクリーニング部 5 により除去された後、帯電ユニット 3 により次の帯電を受ける。

【 0 0 3 2 】

そして、引き続いてさらに画像を形成する必要がある場合には上記動作を繰り返して必要枚数の画像を形成して一連の画像形成動作を終了し、新たな画像信号が与えられるまで装置は待機状態となるが、この装置では、待機状態での電力消費を抑制するためその動作を停止状態に移行させる。すなわち、感光体 2、現像ローラ 4 4 および中間転写ベルト 7 1 等の回転駆動を停止するとともに、現像ローラ 4 4 への現像バイアスおよび帯電ユニット 3 への帯電バイアスの印加を停止することにより、装置は動作停止状態となる。

【 0 0 3 3 】

また、ローラ 7 5 の近傍には、クリーナ 7 6、濃度センサ 6 0 および垂直同期センサ 7 7 が配置されている。これらのうち、クリーナ 7 6 は図示を省略する電磁クラッチによってローラ 7 5 に対して近接・離間移動可能となっている。そして、ローラ 7 5 側に移動した状態でクリーナ 7 6 のブレードがローラ 7 5 に掛け渡された中間転写ベルト 7 1 の表面に当接し、二次転写後に中間転写ベルト 7 1 の外周面に残留付着しているトナーを除去する。また、垂直同期センサ 7 7 は、中間転写ベルト 7 1 の基準位置を検出するためのセンサであり、中間転写ベルト 7 1 の回転駆動に関連して出力される同期信号、つまり垂直同期信号 V sync を得るための垂直同期センサとして機能する。そして、この装置では、各部の動作タイミングを揃えるとともに各色で形成されるトナー像を正確に重ね合わせるために、装置各部の動作はこの垂直同期信号 V sync に基づいて制御される。さらに、濃度センサ 6 0 は中間転写ベルト 7 1 の表面に対向して設けられており、後述す

るようにして構成されて中間転写ベルト71の外周面に形成されるパッチ画像の光学濃度を測定する。

【0034】

なお、図2において、符号113はホストコンピュータなどの外部装置よりインターフェース112を介して与えられた画像信号を記憶するためにメインコントローラ11に設けられた画像メモリであり、符号106はCPU101が実行する演算プログラムやエンジン部EGを制御するための制御データなどを記憶するためのROM、また符号107はCPU101における演算結果やその他のデータを一時的に記憶するRAMである。

【0035】

図4は濃度センサの構成を示す図である。この濃度センサ60は、中間転写ベルト71の表面領域のうちローラ75に巻き掛けられた巻き掛け領域71aに光を照射するLEDなどの発光素子601を有している。また、この濃度センサ60には、後述するようにCPU101から与えられる光量制御信号S1に応じて照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター603、照射光量モニタ用受光ユニット604および照射光量調整ユニット605が設けられている。

【0036】

この偏光ビームスプリッター603は、図4に示すように、発光素子601と中間転写ベルト71との間に配置されており、発光素子601から出射される光を中間転写ベルト71上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま中間転写ベルト71に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター603から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット604に入射され、この受光ユニット604の受光素子642から照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット605に出力される。

【0037】

この照射光量調整ユニット605は、受光ユニット604からの信号と、エンジンコントローラ10のCPU101からの光量制御信号S1とに基づき発光素

子601をフィードバック制御して発光素子601から中間転写ベルト71に照射される照射光量を光量制御信号S1に対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に、かつ適切に変更調整することができる。

【0038】

また、この実施形態では、照射光量モニタ用受光ユニット604に設けられた受光素子642の出力側に入力オフセット電圧641が印加されており、光量制御信号S1がある信号レベルを超えない限り、発光素子601が消灯状態に維持されるように構成されている。こうすることで、ノイズや温度ドリフト等に起因する発光素子601の誤点灯を未然に防止している。

【0039】

そして、所定レベルの光量制御信号S1がCPU101から照射光量調整ユニット605に与えられると、発光素子601は点灯し、中間転写ベルト71にp偏光が照射光として照射される。すると、このp偏光は中間転写ベルト71で反射され、反射光量検出ユニット607で反射光の光成分のうちp偏光の光量とs偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号がCPU101に出力される。

【0040】

この反射光量検出ユニット607は、図4に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター671と、偏光ビームスプリッター671を通過するp偏光を受光し、そのp偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット670pと、偏光ビームスプリッター671で分割されたs偏光を受光し、そのs偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット670sとを備えている。この受光ユニット670pでは、受光素子672pが偏光ビームスプリッター671からのp偏光を受光し、その受光素子672pからの出力をアンプ回路673pで増幅した後、その増幅信号をp偏光の光量に相当する信号VpとしてCPU101に対して出力している。また、受光ユニット670sは受光ユニット670pと同様に受光素子672sおよびアンプ回路673sを有しており、s偏光の光量に相当する信号Vsを出力する。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる2つの成分光（p偏光とs偏光）の光量を独立して求めることができる。

【 0 0 4 1 】

また、この実施形態では、受光素子 6 7 2 p、6 7 2 s の出力側に出力オフセット電圧 6 7 4 p、6 7 4 s がそれぞれ印加されており、各受光素子からの出力がゼロ、すなわち反射光量がゼロのときであってもアンプ回路 6 7 3 p、6 7 3 s が所定の正電位となるように構成されている。こうすることによって、各アンプ回路 6 7 3 p、6 7 3 s のゼロ入力付近での不感帯を回避して反射光量に応じた適正な出力電圧を出力させることができる。

【 0 0 4 2 】

これら出力電圧 V_p 、 V_s の信号は図示を省略する A/D 変換回路を介して CPU 1 0 1 に入力されるとともに、CPU 1 0 1 が必要に応じてこれらの出力電圧 V_p 、 V_s を所定の時間間隔（この実施形態では 8 m s e c 毎）でサンプリングするように構成されている。そして、適当なタイミング、例えば装置電源が投入された時点、いずれかのユニットが交換された直後などのタイミングで、CPU 1 0 1 が、現像バイアスや露光エネルギーなどの画像濃度に影響を与える濃度制御因子の最適化処理を行って画像濃度の安定化を図っている。より具体的には、所定のパッチ画像パターンに対応して ROM 1 0 6 に予め記憶された画像データを画像信号として、各トナー色毎に上記した濃度制御因子を多段階に変更しながら画像形成動作を実行し、該画像信号に対応したテスト用の小画像（パッチ画像）を形成するとともに濃度センサ 6 0 によりその画像濃度を検出し、その結果に基づいて所望の画像濃度を得られる条件を見出している。以下ではこの濃度制御因子の最適化処理について説明する。

【 0 0 4 3 】

(II) 最適化処理

図 5 は、この実施形態における濃度制御因子の最適化処理の概要を示すフローチャートである。この最適化処理は、その処理順に次の 6 つのシーケンス：初期化動作（ステップ S 1）；プレ動作（ステップ S 2）；制御目標値の導出（ステップ S 3）；現像バイアス設定（ステップ S 4）；露光エネルギー設定（ステップ S 5）および後処理（ステップ S 6）から構成されており、以下、その動作の詳細について上記各シーケンス毎に分説する。

【 0 0 4 4 】

(A) 初期化動作

図 6 は、この実施形態における初期化動作を示すフローチャートである。この初期化動作では、まず準備動作として（ステップ S 1 0 1）、現像ユニット 4 を回転駆動していわゆるホームポジションに位置決めするとともに、電磁クラッチによりクリーナ 7 1 および二次転写ローラ 7 8 を中間転写ベルト 7 1 から離間位置に移動させる。そして、この状態で中間転写ベルト 7 1 の駆動を開始し（ステップ S 1 0 2）、次いで感光体 2 の回転駆動および除電動作を開始することにより感光体 2 を起動する（ステップ S 1 0 3）。

【 0 0 4 5 】

そして、中間転写ベルト 7 1 の基準位置を示す垂直同期信号 V sync を検出しその回転が確認されると（ステップ S 1 0 4）、装置各部に対し所定のバイアス印加を開始する（ステップ S 1 0 5）。すなわち、帯電制御部 1 0 3 から帯電ユニット 3 に帯電バイアスを印加して感光体 2 を所定の表面電位に帯電させ、引き続いて中間転写ベルト 7 1 に対して図示を省略するバイアス発生部から所定の一次転写バイアスを印加する。

【 0 0 4 6 】

この状態から、中間転写ベルト 7 1 のクリーニング動作を行う（ステップ S 1 0 6）。すなわち、クリーナ 7 6 を中間転写ベルト 7 1 の表面に当接させ、この状態で中間転写ベルト 7 1 をほぼ 1 周回転させて、その表面に残留付着したトナーや汚れを除去する。そして、クリーニングバイアスを印加した二次転写ローラ 7 8 を中間転写ベルト 7 1 に当接させる。このクリーニングバイアスは、通常の画像形成動作を実行中に二次転写ローラ 7 8 に与えられる二次転写バイアスとは逆の極性であり、そのため二次転写ローラ 7 8 に残留付着したトナーは中間転写ベルト 7 1 表面に移行し、さらにクリーナ 7 6 によって中間転写ベルト 7 1 の表面から除去される。こうして中間転写ベルト 7 1 および二次転写ローラ 7 8 のクリーニング動作が終了すると、二次転写ローラ 7 8 を中間転写ベルト 7 1 から離間させるとともに、クリーニングバイアスをオフする。そして、次の垂直同期信号 V sync を待って（ステップ S 1 0 7）、帯電バイアスおよび一次転写バイアス

をオフにする（ステップS108）。

【0047】

また、この実施形態では、濃度制御因子の最適化処理を実行するときに限らず、必要に応じて、CPU101がこの初期化動作を他の処理とは独立して実行できるようにしている。すなわち、次の動作を引き続いて実行するときには（ステップS109）、上記したステップS108までを実行した状態で初期化動作を終了し次の動作に移行する。一方、次の動作が予定されていない場合には、停止処理として（ステップS110）、クリーナ76を中間転写ベルト71から離間させるとともに、除電動作および中間転写ベルト71の回転駆動を停止する。この場合、中間転写ベルト71は、その基準位置が垂直同期センサ77との対向位置の直前に位置した状態で停止されることが望ましい。というのは、以後の動作で中間転写ベルト71が回転駆動されるとき、その回転状態は垂直同期信号Vsyncにより確認されるが、上記のようにすれば、駆動開始後直ちに垂直同期信号Vsyncが検出されるか否かで短時間にて異常の有無を判断することができるからである。

【0048】

（B）プレ動作

図7は、この実施形態におけるプレ動作を示すフローチャートである。このプレ動作では、後述するパッチ画像の形成に先立つ前処理として、2つの処理を同時に行っている。すなわち、濃度制御因子の最適化処理を精度よく行うために装置各部の動作条件の調整を行う（プレ動作1）のと並行して、各現像器4Y、4C、4M、4Kのそれぞれに設けられた現像ローラ44の空回し処理（プレ動作2）を行っている。

【0049】

（B-1）動作条件の設定（プレ動作1）

図7に示す左側のフロー（プレ動作1）では、まず濃度センサ60の校正を行う（ステップS21a、S21b）。ステップS21aの校正（1）では、濃度センサ60の発光素子601が消灯状態にあるときの受光ユニット670p、670sの各出力電圧Vp、Vsを検出し、暗出力Vpo、Vsoとして記憶しておく。

次に、ステップ S 2 1 b の校正 (2) では、低光量・高光量の 2 種の点灯状態となるように発光素子 6 0 1 に与える光量制御信号 S 1 を変化させ、その各々の光量で受光ユニット 6 7 0 p の出力電圧 V_p を検出する。そして、これら 3 点の値から、トナーが付着していない状態での出力電圧 V_p が所定の基準レベル（本実施形態では、3 V に上記した暗出力 V_{po} を加えた値）となる発光素子 6 0 1 の基準光量を求める。こうして発光素子 6 0 1 の光量がこの基準光量となるような光量制御信号 S 1 のレベルを算出し、その値を基準光量制御信号として設定する（ステップ S 2 2）。これ以後、発光素子 6 0 1 を点灯させる必要があるときには、CPU 1 0 1 から照射光量調整ユニット 6 0 5 に対してこの基準光量制御信号が出力され、これにより発光素子 6 0 1 は常にその基準光量で発光するようフィードバック制御される。

【0050】

また、発光素子 6 0 1 が消灯状態にあるときの出力電圧 V_{po} 、 V_{so} を本センサ系の「暗出力」として記憶しておき、後述するようにトナー像の濃度を検出する際に各出力電圧 V_p 、 V_s からこの値を差し引くことによって、暗出力の影響を排除してより高精度にトナー像の濃度を検出することが可能となっている。

【0051】

なお、発光素子 6 0 1 の点灯状態での受光素子 6 7 2 p からの出力信号は中間転写ベルト 7 1 からの反射光量に依存するが、後述するように中間転写ベルト 7 1 の表面状態は光学的に必ずしも均一ではないから、この状態での出力を求める際には中間転写ベルト 7 1 の 1 周分にわたる出力の平均値をとることが望ましい。一方、発光素子 6 0 1 の消灯状態ではこのように中間転写ベルト 7 1 の 1 周分の出力信号を検出する必要はないが、検出誤差を小さくするためには数点での出力信号を平均するのが好ましい。

【0052】

この実施形態においては、中間転写ベルト 7 1 表面は白色であるため光の反射率が高く、該ベルト 7 1 上にいずれかの色のトナーが付着するとその反射率は低下する。したがって、この実施形態では、中間転写ベルト 7 1 表面へのトナー付着量が増えるにつれて受光ユニットからの出力電圧 V_p 、 V_s が基準レベルから低

下してゆくこととなり、これらの出力電圧 V_p 、 V_s の大きさからトナーの付着量、ひいてはトナー像の画像濃度を見積もることが可能となっている。

【0053】

また、この実施形態では、カラー（Y、C、M）トナーとブラック（K）トナーとの間で反射特性が異なっていることに基づき、後述するブラックトナーによるパッチ画像の濃度は該パッチ画像からの反射光のうち p 偏光の光量に基づいて求める一方、カラートナーによるパッチ画像の濃度は p 偏光、 s 偏光の光量比に基づいて求めるようにしているので、広いダイナミックレンジにわたって精度よく画像濃度を求めることが可能となっている。

【0054】

さて、図7に戻って、プレ動作の説明を続ける。ところで、中間転写ベルト71の表面状態は必ずしも光学的に一様であるとはいえず、また使用につれてトナーが融着するなどして次第に変色や汚れが生じることもある。このような中間転写ベルト71の表面状態の変化によりトナー像の濃度検出に誤差を生じるのを防止するため、この実施形態では、中間転写ベルト71の1周分についての下地プロファイル、つまりトナー像を担持しない状態での中間転写ベルト71表面の濃淡に関する情報を取得している。具体的には、発光素子601を先に求めた基準光量で発光させ、受光ユニット670 p 、670 s からの出力電圧 V_p 、 V_s をサンプリングしながら中間転写ベルト71を1周回転させ（ステップS23）、各サンプルデータ（本実施形態におけるサンプル数：312）を下地プロファイルとしてRAM107に記憶しておく。このように中間転写ベルト71の表面各部の濃淡を予め把握しておくことで、その上に形成されるトナー像の濃度をより正確に見積もることが可能になる。

【0055】

ところで、上記した濃度センサ60からの出力電圧 V_p 、 V_s には、ローラ75および中間転写ベルト71の微小な汚れや傷による反射率の変化、さらにはセンサ回路に混入する電氣的なノイズ等に起因するスパイク状のノイズが重畳していることがある。図8は、中間転写ベルトの下地プロファイルの例を示す図である。中間転写ベルト71の1周分以上にわたりその表面からの反射光量を濃度セン

サ 6 0 により検出してプロットすると、図 8 (a) に示すように、センサ 6 0 からの出力電圧 V_p は中間転写ベルト 7 1 の周長もしくはその回転周期に対応して周期的に変化するだけでなく、その波形には幅の狭いスパイク状のノイズが重畳することがある。このノイズは上記回転周期に同期した成分およびこれに同期しない不規則成分のいずれをも含んでいる可能性がある。図 8 (b) はこのようなサンプルデータ列の一部を拡大したものである。この図では、ノイズの重畳により各サンプルデータのうち符号 $V_p(8)$ 、 $V_p(19)$ を付した 2 つのデータが他のデータより突出して大きくなっている一方、符号 $V_p(4)$ 、 $V_p(16)$ を付した 2 つのデータが他より突出して小さくなっている。なお、ここでは 2 つのセンサ出力のうち p 偏光成分について述べたが、s 偏光成分についても同様に考えることができる。

【 0 0 5 6 】

濃度センサ 6 0 の検知スポット径は例えば 2 ～ 3 mm 程度であり、また中間転写ベルト 7 1 の変色や汚れは一般により大きな範囲で生じると考えられるから、このような局所的に突出したデータは上記ノイズの影響を受けているものとみることができる。このようにノイズが重畳したままのサンプルデータに基づき下地プロファイルやパッチ画像の濃度を求め、その結果から濃度制御因子を設定すると、各濃度制御因子を必ずしも最適な状態に設定することができなくなり、却って画像品質が劣化してしまう場合がある。

【 0 0 5 7 】

そこで、この実施形態では、図 7 に示すように、ステップ S 2 3 において中間転写ベルト 7 1 の 1 周分についてセンサ出力のサンプリングを行った後、スパイクノイズの除去処理を実行している（ステップ S 2 4）。

【 0 0 5 8 】

図 9 はこの実施形態におけるスパイクノイズ除去処理を示すフローチャートである。このスパイクノイズ除去処理では、取得した「生の」すなわち加工を加えていないサンプルデータ列のうち連続する一部の区間（本実施形態では 2 1 サンプル分に相当する長さ）を抽出し（ステップ S 2 4 1）、その区間に含まれる 2 1 個のサンプルデータのうちそのレベルが上位 3 つおよび下位 3 つに該当するデ

ータを除去した後（ステップS242、S243）、残る15個のデータの算術平均を求める（ステップS244）。そして、その平均値をこの区間における平均レベルとみなし、ステップS242およびS243で除去した6つのデータをこの平均値に置き換えることでノイズが除去された「補正後」のサンプルデータ列を得る（ステップS245）。さらに、必要に応じて次の区間についても上記ステップS241～S245を繰り返し、同様にしてスパイクノイズを除去する（ステップS246）。

【0059】

上記処理によるスパイクノイズ除去について、図8（b）に示すデータ列を例にとり、図10を参照しながらさらに詳しく説明する。図10は、この実施形態におけるスパイクノイズ除去の様子を示す図である。図8（b）のデータ列においては、他のデータから突出して大きい2つのデータ $V_p(8)$ および $V_p(19)$ 、突出して小さいデータ $V_p(4)$ および $V_p(16)$ にノイズの影響が現れているとみられる。このスパイクノイズ除去処理では、各サンプルデータのうち上位3つを除去しているため（図9のステップS242）、これらのデータのうちノイズを含むとみられるデータ2つを含む3つのデータ $V_p(8)$ 、 $V_p(14)$ および $V_p(19)$ が除去される。同様にして、ノイズを含むとみられるデータ2つを含む3つのデータ $V_p(4)$ 、 $V_p(11)$ および $V_p(16)$ も除去されている（図9のステップS243）。そして、図10に示すように、これら6つのデータが、他の15データの平均値 V_{pavg} （斜線を付した丸印で示す）に置き換えられることで、元のデータ列に含まれていたスパイクノイズが除去されるのである。

【0060】

なお、このスパイクノイズ除去を実施するに際し、抽出するサンプル数、除去するデータの数は上記に限定されるものではなく、任意の個数としてよいが、その選び方によっては十分なノイズ除去効果が得られないばかりか、却って誤差を増大させてしまうおそれもあるため、以下の観点に基づき慎重に決定されることが望ましい。

【0061】

すなわち、ノイズの発生頻度に対しあまり短い区間のデータ列を抽出したので

は、ノイズ除去処理を実行する区間内にノイズが含まれていない確率が高くなり、また演算処理の回数も増大するため効率的でない。一方、あまり広い区間のデータ列を抽出したのでは、センサ出力における有意な変動、すなわち検出対象の濃度変化を反映した変動分まで含めて平均化されてしまうこととなり、本来の目的である濃度プロファイルを正しく求めることができなくなってしまう。

【0062】

また、ノイズ発生の頻度は一定ではないから、抽出したデータ列からこのように上位または下位それぞれ所定個数のデータを一律に除去するだけでは、上記した例におけるデータ $V_p(11)$ 、 $V_p(14)$ のようにノイズを含まないデータまで除去されてしまったり、また逆にノイズが十分に除去されない可能性がある。このうち、ノイズを含まないデータがいくつか除去されてしまったとしても、図10に示すように、これらのデータ $V_p(11)$ 、 $V_p(14)$ と平均値 V_{pavg} との差は比較的小さいため、これらのデータが平均値 V_{pavg} に置き換えられたことによる誤差は小さい。一方、ノイズを含むデータが除去されずに残された場合には、このデータを含めて求めた平均値で他のデータを置換することによって却って誤差が大きくなってしまうおそれがある。したがって、抽出したデータのサンプル数に対して除去するデータ数の比率は、実際の装置において発生するノイズの頻度と同等もしくはそれより若干大きくなるように決められるのが望ましい。

【0063】

この実施形態においては、図8(a)に示すように、ノイズの影響により本来のプロファイルより大きい側にずれるデータと小さい側にずれるデータの頻度が同程度であり、かつノイズそのものの発生頻度が2.5%以下(21サンプル中5サンプル以下)程度であったという実験的事実に基づき、スパイクノイズ除去処理を上記のように構成しているのである。

【0064】

なお、スパイクノイズ除去の処理方法については、上記以外にも種々の方法が考えられる。例えば、サンプリングにより得られた「生の」サンプルデータに従来より周知の低域通過フィルタ処理を施すことによっても、スパイク状のノイズを取り除くことは可能である。ただし、従来のフィルタ処理においては、ノイズ

波形の鋭さを緩和することはできるものの、その結果として、ノイズを含むデータのみならずその周辺のデータも元の値から変化することとなるため、発生するノイズの態様によっては大きな誤差を招く可能性がある。

【0065】

これに対して、本実施形態では、各サンプルデータのうちノイズの発生する頻度に応じた個数の上位／下位データを平均値に置き換える一方、それ以外のデータは元のままとしているのでこのような誤差が生じる可能性は低くなっている。

【0066】

また、このスパイクノイズ除去処理は、上記した下地プロファイルを求めるときのみでなく、後述するようにトナー像の画像濃度を求める際にその反射光量として取得したサンプルデータに対しても施される。

【0067】

(B-2) 現像器の空回し(プレ動作2)

電源オフ状態、または電源がオンであっても画像形成動作を行わず動作停止状態にある期間が長時間継続した後に画像形成を行うと、画像に周期的な濃度ムラが現れる場合があることが従来より知られている。本明細書ではこの現象を放置バンディング現象と称するが、本願発明者は、この放置バンディング現象が、トナーが各現像器の現像ローラ44に担持されたまま長時間放置されたことにより現像ローラ44から離れ難くなり、しかもその程度が現像ローラ44表面上において一様でないことから現像ローラ44上のトナー層が次第に不均一となることに起因するものであることを見出した。例えば、図3に示す本実施形態の現像器4Kでは、現像ローラ44の回転が停止した状態において、その表面のうちの一部に供給ローラ43または規制ブレード45が当接した状態となっており、さらにその表面のうちハウジング41の内側に位置する部分は大量のトナーに覆われた状態となっているのに対し、ハウジング41の外部に露出する部分は薄いトナー層を担持したまま大気中に曝されているなど、現像ローラ44の表面状態はその周方向において不均一となっている。

【0068】

このように現像ローラ44表面が不均一な状態で長時間にわたり装置が動作停

止状態におかれた後、次の画像形成を行うのに先立って濃度制御因子を新たに最適化する場合、放置バンディング現象によって生じるパッチ画像の濃度ムラがこの最適化処理に影響を与えるおそれがある。

【0069】

そこで、この実施形態の画像形成装置では、パッチ画像を形成するのに先立って放置バンディング現象を解消するため、各現像ローラ44の空回しを行っている。具体的には、図7の右側のフロー（プレ動作2）に示すように、まずイエロー現像器4Yを感光体2と対向する現像位置に配置し（ステップS25）、直流現像バイアス V_{avg} をその可変範囲においてその絶対値が最小となる値に設定した後（ステップS26）、本体側の回転駆動部により現像ローラ44を少なくとも1周回転させる（ステップS27）。そして、現像ユニット4を回転させて現像器を切り換えながら（ステップS28）、他の現像器4C、4M、4Kを順番に現像位置に位置させて、それぞれに設けられた現像ローラ44を同様に1周以上回転させる。こうして各現像ローラ44をそれぞれ1周以上空回しすることによって現像ローラ44表面のトナー層が供給ローラ43および規制ブレード45によりいったん剥ぎ取られて再形成されることとなり、引き続いて形成するパッチ画像ではこのように再形成されてより均一な状態のトナー層が像形成に供されるため、放置バンディング現象による濃度ムラは発生し難くなる。

【0070】

なお、上記したプレ動作2においては、そのステップS26において直流現像バイアス V_{avg} をその絶対値が最小となるようにしている。その理由は以下のとおりである。

【0071】

後述するように、画像濃度に影響を与える濃度制御因子としての直流現像バイアス V_{avg} は、その絶対値 $|V_{avg}|$ が大きいほど形成されるトナー像の濃度が高くなる。これは、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ が大きくなるほど、感光体2上の静電潜像のうち光ビームLにより露光された領域、つまりトナーを付着させるべき表面領域と現像ローラ44との電位差が大きくなって現像ローラ44からのトナー移動がより促進されるからであるが、中間転写ベルト71の下地プロフ

ファイルを取得するにはこのようなトナー移動が起こることは好ましくない。というのは、現像ローラ 4 4 から感光体 2 に移動したトナーが一次転写領域 T R 1 において中間転写ベルト 7 1 上に転写されると中間転写ベルト 7 1 からの反射光量を変化させてしまうため、下地プロファイルを正しく求めることができなくなるからである。

【 0 0 7 2 】

この実施形態では、後述するように、直流現像バイアス V_{avg} を濃度制御因子の 1 つとして所定の可変範囲で多段階に変更設定可能としている。そこで、直流現像バイアス V_{avg} をその可変範囲においてその絶対値が最小となる値に設定し、現像ローラ 4 4 から感光体 2 へのトナー移動が最も起こりにくい状態を実現することで、中間転写ベルト 7 1 へのトナー付着を最少限に抑えるようにしている。同様の理由により、現像バイアスに交流成分を有する装置においてはその振幅を通常の画像形成時より小さく設定することが好ましい。例えば、前述したように、現像バイアスの振幅 V_{pp} を 1.4 0 0 V としている装置では、この振幅 V_{pp} を 1 0 0 0 V 程度とするとよい。なお、直流現像バイアス V_{avg} 以外のパラメータ、例えば現像バイアスのデューティ比や帯電バイアス等を濃度制御因子として用いる装置においても、上記したトナー移動がより起こりにくい条件を実現するように適宜その濃度制御因子を設定するのが好ましい。

【 0 0 7 3 】

また、この実施形態では、上記したプレ動作 1 およびプレ動作 2 を並行して同時に実行することで処理時間の短縮を図っている。すなわち、プレ動作 1 では下地プロファイルを取得するため中間転写ベルト 7 1 の少なくとも 1 周、さらに望ましくはセンサ校正を行うための 2 周を含めた 3 週の周回が必要である一方、プレ動作 2 においては各現像ローラ 4 4 をできるだけ多く周回させるのが好ましく、しかも、これらの動作は互いに独立して行うことが可能であることから、これらを並行して行うことでそれぞれの処理に要する時間を確保しつつ、最適化処理全体に要する時間を短縮することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

(C) 制御目標値の算出

この実施形態の画像形成装置では、後述するようにトナー像の濃度が予め定められた目標値となるように各濃度制御因子の調節を行っているが、この目標値を一定とはせず、装置の稼動状況に応じて変更するようにしている。その理由は以下の通りである。

【 0 0 7 5 】

前述したように、この実施形態の画像形成装置では、感光体 2 上で顕像化されて中間転写ベルト 7 1 の表面に一次転写されたトナー像からの反射光量を検出することでその画像濃度を見積もっている。このようにトナー像の反射光量から画像濃度を求める技術は従来より広く用いられているが、以下に詳述するように、このような中間転写ベルト 7 1 上に担持されたトナー像からの反射光量（またはそれに対応する濃度センサ 6 0 からのセンサ出力 V_p 、 V_s ）と、最終的な転写材であるシート S 上に形成されたトナー像の光学濃度（OD 値）との対応関係は一意的に定まるわけではなく、装置やトナーの状態により微妙に変化している。そのため、従来技術のように、たとえ各濃度制御因子をトナー像からの反射光量が一定となるように制御したとしても、シート S 上に最終的に形成される画像の濃度はトナーの状態により変動してしまうこととなる。

【 0 0 7 6 】

このようにセンサ出力とシート S 上の OD 値とが一致しない原因の一つは、定着プロセスを経てシート S 上に融着されたトナーと、定着されず単に中間転写ベルト 7 1 表面に付着しているだけのトナーとでその反射の状態が異なることである。図 1 1 はトナーの粒径と反射光量との関係を示す模式図である。図 1 1 (a) に示すように、最終的にシート S 上に得られた画像 I s では、定着プロセスでの加熱・加圧によって熔融されたトナー T m がシート S に融着した状態となっている。したがって、その光学濃度（OD 値）はトナーが融着した状態での反射光量を反映したものとなるが、その大小は主としてシート S 上のトナー密度（例えば、単位面積あたりのトナー質量で表すことができる）によって決まることとなる。

【 0 0 7 7 】

これに対して、定着プロセスを経ない中間転写ベルト 7 1 上のトナー像では各

トナー粒子が個別に中間転写ベルト 7 1 表面に付着しているに過ぎない。したがって、たとえトナー密度が同じ（つまり定着後の OD 値は等しい）であったとしても、例えば図 1 1（b）に示す粒径の小さなトナー T1 が高密度に付着している状態と、図 1 1（c）に示す粒径の大きなトナー T2 がより低密度に付着して中間転写ベルト 7 1 の表面が部分的に露出した状態とでは、その反射光量は必ずしも同じにはならない。言い換えれば、定着前のトナー像からの反射光量が同じであっても定着後の画像濃度（OD 値）が同じになるとは限らない。一般には、反射光量が等しい場合、トナー像を構成するトナー粒子中に占める大粒径トナーの比率が高いと定着後の画像濃度が高くなる傾向にあることが本願発明者の実験によりわかっている。

【 0 0 7 8 】

このように、シート S 上での OD 値と中間転写ベルト 7 1 上でのトナー像からの反射光量との対応はトナーの状態、特にその粒径分布によって変化する。図 1 2 はトナーの粒径分布と OD 値の変化との対応を示す図である。トナー像を形成すべく各現像器に收容されているトナー粒子はその粒径が全て設計中心値に揃っているのが理想である。しかしながら、図 1 2（a）に示すように、実際にはその粒径は様々な態様の分布を有しており、その態様はトナーの種類や製法によって異なるのはもちろんのこと、同一の仕様で製造したトナーであってもその製造ロット毎、製品毎に微妙に異なっている。

【 0 0 7 9 】

これら様々な粒径のトナーはその質量や帯電量が異なるため、このような粒径分布を有するトナーを用いて画像形成を行うと、これらのトナーが一様に消費されるわけではなく、その装置により適合した粒径のトナーが選択的に消費される一方、それ以外のトナーはあまり消費されず現像器内に残ることとなる。したがって、トナー消費が進むにつれて現像器内に残るトナーの粒径分布も変化してゆくこととなる。

【 0 0 8 0 】

前述したように、定着前のトナー像からの反射光量は像を構成するトナーの粒径によって変化するから、この反射光量が常に一定となるように各濃度制御因子

を調節したとしても、シート S 上に定着された後の画像濃度は必ずしも一定とはならない。図 1 2 (b) は、トナー像からの反射光量が一定となるように、つまり濃度センサ 6 0 からの出力電圧が一定となるように各濃度制御因子を制御しながら画像形成を行った場合のシート S 上における画像の光学濃度 (OD 値) の変化を示している。例えば、図 1 2 (a) に示す曲線 a のように、トナーの粒径が設計上の中心値付近によく揃っている場合には、図 1 2 (b) の曲線 a のように、現像器内のトナー消費が進んでも OD 値はほぼ目標値に保たれる。これに対し、例えば図 1 2 (a) の曲線 b に示すように、より幅広い粒径分布を有するトナーを用いた場合には、図 1 2 (b) の曲線 b に示すように、当初は設計中心値付近の粒径のトナーが主に消費されてほぼ目標値どおりの OD 値が得られるものの、トナー消費が進むにつれてこのようなトナーの割合が減少し、代わってより粒径の大きなトナーが画像形成に使われるようになるため OD 値が次第に上昇する。さらに、図 1 2 (a) の各点線で示すように、トナーまたは現像器の製造ロットによっては分布の中央値が当初より設計値からずれている場合もあり、これに対応してシート S 上の OD 値も、図 1 2 (b) の各点線に示すように、トナー消費量の増加とともに様々な変化を示すこととなる。

【 0 0 8 1 】

このようにトナーの特性を左右する要因としては、上記したトナーの粒径分布以外にも、例えばトナー母粒子内の顔料の分散の状態や、トナー母粒子と外添剤との混合の状態によるトナーの帯電性の変化などがある。このようにトナー特性が製品毎に微妙に異なっているため、シート S 上での画像濃度は必ずしも一定とはならず、使用するトナーにより濃度変化の程度はまちまちである。したがって、濃度センサからの出力電圧が一定となるように各濃度制御因子を制御する従来の画像形成装置においては、トナー特性のばらつきによる画像濃度の変動が避けられず、必ずしも満足できる画像品質が得られないことがあった。

【 0 0 8 2 】

そこで、この実施形態では、装置の稼動状況に応じ、後述する 2 種のパッチ画像それぞれについて、濃度センサ 6 0 からの出力に基づいて算出されて画像濃度を表す尺度となる画像濃度の評価値 (後述) の制御目標値を設定し、各パッチ画

像について得られる評価値がこの制御目標値となるように各濃度制御因子を調節することで、シートS上での画像濃度が一定に保たれるようにしている。図13はこの実施形態における制御目標値の導出プロセスを示すフローチャートである。このプロセスでは、各トナー色毎に、そのトナーの使用状況、具体的には、現像器に充填された時点で求められたトナーの粒径分布等の初期特性と、該現像器に残存しているトナーの量とに見合った制御目標値を求めている。まずトナー色の1つを選択し（ステップS31）、CPU101が該トナーの使用状況を推定するための情報として、選択トナー色に関するトナー個性情報、露光ユニット6により形成されたドットの数を示すドットカウント値および現像ローラ回転時間に関する情報を取得する（ステップS32）。ここでは、ブラック色に対応した制御目標値を求める場合を例として説明するが、他のトナー色についても同様である。

【0083】

「トナー個性情報」とは、現像器4Kに充填されているトナーの特性に応じて該現像器4Kに設けられたメモリ94に書き込まれたデータである。この装置では、上記したトナーの粒径分布等の諸特性が製造ロット毎に異なることに鑑みてトナーの特性を8種のタイプに分類している。そして、製造時の分析によってそのトナーがどのタイプに属するかを判定し、それを表す3ビットのデータをトナー個性情報として各現像器4Kに付している。このデータは該現像器4Kが現像ユニット4に装着されたときにメモリ94から読み出され、エンジンコントローラ10のRAM107に記憶されている。

【0084】

また、「ドットカウント値」は、現像器4K内に残存しているトナーの量を推定するための情報である。トナーの残量を推定する方法としては画像形成枚数の積算値から求めるのが最も簡便であるが、1枚の画像を形成することで消費されるトナーの量は一定ではないからこの方法では正確な残量を知ることは難しい。一方、露光ユニット6が感光体2上に形成したドット数は、感光体2上でトナーにより顕像化されるドットの数を表しているから、トナーの消費量をより正確に反映したものとなる。そこで、この実施形態では、当該現像器4Kで現像される

べき感光体 2 上の静電潜像を露光ユニット 6 が形成したときのドット数をカウントして RAM 107 に記憶しておき、このドットカウント値を、該現像器 4 K のトナー残量を示すパラメータとしている。

【0085】

さらに、「現像ローラ回転時間」は、現像器 4 K 内に残存しているトナーの特性をより詳しく推定するための情報である。前述したように、現像ローラ 44 表面にはトナー層が形成されており、そのうちの一部のトナーが感光体 2 上に移動することで現像が行われる。このとき、現像ローラ 44 表面では、現像に寄与しなかったトナーは供給ローラ 43 との当接位置まで搬送され、該ローラ 43 により剥ぎ取られて新たなトナー層が形成されるのであるが、こうして現像ローラ 44 への付着、剥離が繰り返されることでトナーが疲労し、その特性は次第に変化してゆく。このようなトナーの特性変化は、現像ローラ 44 が回転を重ねるにつれて進行する。したがって、例えば、現像器 4 K 内のトナー残量は同じであっても、未使用のフレッシュなトナーと何度も付着、剥離を繰り返した古いトナーとはその特性が異なっていることがあり、これらを用いて形成した画像の濃度は必ずしも同じにはならない。

【0086】

そこで、この実施形態では、トナー残量を示すドットカウント値と、トナーの特性変化の程度を示す現像ローラ回転時間との 2 つのパラメータの組み合わせに基づいて現像器 4 K に内蔵されたトナーの状態を推定し、その状態に合わせてきめ細かく制御目標値を設定することで画質の安定化を図っている。

【0087】

なお、これらの情報は装置各部の損耗状況を管理してメンテナンス性を高めるためにも用いられる。すなわち、1 ドットカウントは 0.015 mg のトナー量に相当しており、12000000 ドットカウントでその消費量はほぼ 180 g となって各現像器内に貯留されたトナーのほとんどを使い切った状態となる。また現像ローラの回転時間については、その積算値 10600 sec が A4 連続印字で 8000 枚に相当しており、画像形成をこれ以上続けるのは画像品質の点で好ましくない。そこで、この実施形態では、これらの情報のいずれかが上記の値

に達したときには、図示を省略する表示部にトナーエンドを報知する旨のメッセージを表示し、ユーザに対し現像器の交換を促すようにしている。

【0088】

さて、こうして取得した装置の稼動状況に関する各情報から、その状況に応じた制御目標値を定める。この実施形態では、トナーのタイプを表すトナー個性情報と、ドットカウント値および現像ローラ回転時間の組み合わせから推定される残存トナーの特性とに応じた最適な制御目標値が予め実験的に求められており、この値はトナーのタイプ毎のルックアップテーブルとしてエンジンコントローラ10のROM106に記憶されている。CPU101は、取得したトナー個性情報に基づいて、これらのルックアップテーブルのうちトナーのタイプに対応して参照すべき1つのテーブルを選択し（ステップS33）、その時点でのドットカウント値と現像ローラ回転時間との組み合わせに対応する値をそのテーブルから読み出す（ステップS34）。

【0089】

また、この実施形態の画像形成装置では、図示しない操作部によりユーザが所定の操作入力を行うことによって、形成する画像の濃度を好みに応じて、または必要に応じて所定の範囲で増減できるように構成されている。すなわち、上記ルックアップテーブルから読み出された値に対して、ユーザが画像濃度を1段階増加または減少する毎に所定のオフセット値、例えば1段階あたり0.005が加算または減算され、その結果がそのときのブラック色に対する制御目標値 A_{kt} として設定されてRAM107に記憶される（ステップS35）。こうしてブラック色における制御目標値 A_{kt} が求まる。

【0090】

図14は制御目標値を求めるルックアップテーブルの例を示す図である。このテーブルは、ブラック色でその特性が「タイプ0」に属するトナーを使用する場合に参照されるテーブルである。この実施形態では、後述する高濃度用、低濃度用の2種類のパッチ画像のそれぞれに対応して、各トナー色毎に、8タイプのトナー特性に対応する8種のテーブルが用意されて、エンジンコントローラ10に設けられたROM106に記憶されている。ここで、図14(a)は、高濃度用

パッチ画像に対応したテーブルの一例であり、また図 1 4 (b) は、低濃度用パッチ画像に対応したテーブルの一例である。

【 0 0 9 1 】

上記したステップ S 3 2 において取得したトナー個性情報が、例えば「タイプ 0」を示すものであったとすると、続くステップ S 3 3 では、8 種のテーブルの中からトナー個性情報「0」に対応する図 1 4 のテーブルが選択される。そして、取得したドットカウント値と現像ローラ回転時間とに基づき制御目標値 A_{kt} が求められる。例えば、高濃度用パッチ画像については、ドットカウント値が 1 5 0 0 0 0 0 カウント、現像ローラ回転時間が 2 0.0 0 s e c であれば、図 1 4 (a) を参照して、これらの組み合わせに相当する値 0. 9 8 4 がこの場合の制御目標値 A_{kt} である。さらに、例えばユーザが画像濃度をその標準状態より 1 段階高く設定している場合には、この値に 0. 0 0 5 を加算した値 0. 9 8 9 が制御目標値 A_{kt} となる。同様にして、低濃度用パッチ画像についての制御目標値も求めることができる。

【 0 0 9 2 】

このようにして求めた制御目標値 A_{kt} についてはエンジンコントローラ 1 0 の R A M 1 0 7 に記憶しておき、以後の各濃度制御因子の設定においてはパッチ画像の反射光量に基づき求められる評価値がこの制御目標値に一致するようにする。

【 0 0 9 3 】

このように、上記ステップ S 3 1 ~ S 3 5 を実行することにより 1 のトナー色についての制御目標値が求まるが、各トナー色について上記処理を繰り返すことで (ステップ S 3.6)、全てのトナー色についてその制御目標値 A_{yt}、A_{ct}、A_{mt} および A_{kt} が求まる。ここで、添字 y、c、m および k は各トナー色すなわちイエロー、シアン、マゼンタおよびブラックをそれぞれ表し、また添字 t は制御目標値であることを示すものである。

【 0 0 9 4 】

(D) 現像バイアス設定

この画像形成装置では、現像ローラ 4 4 に与える直流現像バイアス V_{avg}と、

感光体 2 を露光する露光ビーム L の単位面積当たりのエネルギー（以下、単に「露光エネルギー」という）E とを可変としており、これらを調節することで画像濃度の制御を行っている。ここでは、直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を低レベル側から V_0 ないし V_5 の 6 段階、また露光エネルギー E の可変範囲を低レベル側からレベル 0 ないし 3 の 4 段階に変更設定してそれぞれの最適値を求める場合について説明するが、これらの可変範囲およびその分割数についてはその装置の仕様に応じて適宜改変することができる。なお、先に述べた直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を $(-110) V \sim (-330) V$ としている装置では、最も低レベルの V_0 は電圧の絶対値が最も小さい $(-110) V$ に、また最も高レベルの V_5 は電圧の絶対値が最も大きい $(-330) V$ にそれぞれ相当する。

【 0 0 9 5 】

図 1 5 はこの実施形態における現像バイアス設定処理を示すフローチャートである。また、図 1 6 は高濃度用パッチ画像を示す図である。この処理では、まず露光エネルギー E をレベル 2 に設定し（ステップ S 4 1）、次いで直流現像バイアス V_{avg} を最小レベルの V_0 から 1 レベルずつ増加させながら、各バイアス値で高濃度用パッチ画像としてのベタ画像を形成する（ステップ S 4 2、S 4 3）。

【 0 0 9 6 】

6 段階に変更設定される直流現像バイアス V_{avg} に対応して、図 1 6 に示すように、中間転写ベルト 7 1 の表面には 6 個のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ が順次形成されるが、このうち先頭から 5 個のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v4}$ は長さ L_1 に形成される。この長さ L_1 は、円筒形の感光体 2 の周長よりも長くなるように構成されている。一方、最後のパッチ画像 I_{v5} は感光体 2 の周長より短い長さ L_3 に形成される。このようにする理由は後に詳述する。また、直流現像バイアス V_{avg} を変更設定したとき、現像ローラ 4 4 の電位が均一になるまでには若干の時間遅れがあるので、この時間遅れを見込んで各パッチ画像は間隔 L_2 を隔てて形成される。中間転写ベルト 7 1 表面のうち、実際にトナー像を担持可能な領域は同図に示す像形成領域 7 1 0 であるが、パッチ画像の形状および配置を上記のように構成しているため、像形成領域 7 1 0 に形成することのできるパッチ画像は 3 個程度となり、6 個のパッチ画像は、図 1 6 のように中間転写ベルト 7 1 の 2 周分にわた

って形成される。

【0097】

ここで、パッチ画像の長さを上記のように設定している理由について、図1および図17を参照しつつ説明する。図17は感光体周期で生じる画像濃度の変動を示す図である。図1に示すように、感光体2は円筒形に形成されている（その周長を L_0 とする）が、製造上のばらつきや熱変形等に起因して、その形状が完全な円筒でなかったり偏心を有する場合があります、このような場合、形成されるトナー像の画像濃度に感光体2の周長 L_0 に対応した周期的な変動を生じることがある。というのは、感光体2と現像ローラ44とが当接した状態でトナー現像が行われる接触現像方式の装置では両者間の当接圧が変動し、また両者が離間配置されてトナー現像が行われる非接触現像方式の装置では両者間にトナーを飛翔させる電界の強度が変化し、いずれの装置においても現像ローラ44から感光体2へトナーが移動する確率が感光体2の回転周期で周期的に変動することとなるからである。

【0098】

この濃度変動の幅は、図17（a）に示すように、特に直流現像バイアス V_{avg} の絶対値 $|V_{avg}|$ が比較的低い場合に大きく、この値 $|V_{avg}|$ が大きくなるにつれて小さくなる。例えば、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ を比較的小さい値 V_a に設定してパッチ画像を形成すると、図17（b）に示すように、その画像濃度 OD は感光体2上での位置によって幅 $\Delta 1$ の範囲で変化することとなる。同様に、他の直流現像バイアスでパッチ画像を形成した場合でも、その画像濃度は図17（b）の斜線部に示すようにある範囲で変動する。このように、パッチ画像の濃度 OD は直流現像バイアス V_{avg} の大きさだけでなく、その感光体2上への形成位置によっても変動する。したがって、その画像濃度から直流現像バイアス V_{avg} の最適値を求めるためには、パッチ画像に及ぼす上記感光体2の回転周期に対応した濃度変動の影響を排除する必要がある。

【0099】

そこで、この実施形態では、感光体2の周長 L_0 を超える長さ L_1 のパッチ画像を形成し、後述するようにそのうちの長さ L_0 分について求めた濃度の平均値を

該パッチ画像の画像濃度としている。こうすることによって、各パッチ画像の濃度に及ぼす感光体 2 の回転周期に対応する濃度変動の影響を効果的に抑制しており、その結果、その濃度に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値を適正に求めることが可能となっている。

【0100】

なお、この実施形態では、図 16 に示すように、各パッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ のうち、直流現像バイアス V_{avg} を最大として形成する最後のパッチ画像 I_{v5} については、その長さ $L3$ を感光体 2 の周長 $L0$ より小さくしている。これは、図 17 (b) に示すように、直流現像バイアスの絶対値 $|V_{avg}|$ が大きい条件で形成したパッチ画像では感光体 2 の回転周期に対応した濃度変動が小さいため上記のように感光体周期にわたる平均値を求める必要がないからであるが、こうすることでパッチ画像の形成およびその処理に要する時間を短縮するとともに、パッチ画像形成におけるトナー消費量を低減することが可能である。

【0101】

このように、感光体周期に対応して生じる濃度変動が濃度制御因子の最適化処理に及ぼす影響を排除するためにはパッチ画像の長さを感光体 2 の周長 $L0$ より長く形成することが望ましいが、必ずしも全てのパッチ画像をこのような長さとする必要はなく、何個のパッチ画像をこのような長さとするかは各装置において現れる濃度変動の程度や求められる画像品質のレベルに応じて適宜決定されるべきものである。例えば、感光体周期での濃度変動の影響が比較的小さい場合には、直流現像バイアス V_{avg} が最小の条件で形成されるパッチ画像 I_{v0} のみを長さ $L1$ として、他のパッチ画像 $I_{v1} \sim I_{v5}$ についてはこれより短い長さ $L3$ に形成するようにしてもよい。

【0102】

逆に、全てのパッチ画像を長さ $L1$ に形成してもよいが、この場合には処理時間およびトナー消費量が増大するという問題がある。また直流現像バイアス V_{avg} を最大とした状態でも感光体周期に対応した濃度変動が現れるのは画像品質の観点から好ましくなく、少なくともその最大値に設定したときにはこのような濃度変動が現れないように、直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を定めるのが本来

的である。そして、そのように直流現像バイアス V_{avg} の可変範囲を設定した場合には、少なくともその最大値においてこのような濃度変動は現れないから、この場合のパッチ画像の長さを $L1$ とする必要はない。

【0103】

図15に戻って、現像バイアス設定処理の説明を続ける。こうして各直流現像バイアスで形成したパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ については、その表面からの反射光量に対応して濃度センサ60から出力される電圧 V_p 、 V_s をサンプリングする（ステップS44）。この実施形態では、長さ $L1$ のパッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v4}$ では74点（感光体2の周長 $L0$ に相当する）、また長さ $L3$ のパッチ画像 I_{v5} では21点（現像ローラ44の周長に相当する）について、サンプリング周期 8 msec で濃度センサ60からの出力電圧 V_p 、 V_s のサンプルデータを得ている。そして、前述した下地プロファイルの導出時（図7）と同様にして、サンプルデータからスパイクノイズを除去した後（ステップS45）、そのデータからセンサ系の暗出力や下地プロファイルの影響を除いた各パッチ画像の「評価値」を算出する（ステップS46）。

【0104】

前述したように、この装置における濃度センサ60は、中間転写ベルト71にトナーが付着していない状態での出力レベルが最も大きく、トナー量が多くなるにつれてその出力が小さくなるという特性を示す。さらに、この出力には暗出力によるオフセットも加わっているから、このセンサからの出力電圧データのままでトナー付着量を評価する情報として扱い難い。そこで、この実施形態では、得られたデータを加工してよりトナー付着量の大小を反映したデータ、すなわち評価値に変換し、以後の処理を容易に行えるようにしている。

【0105】

この評価値の算出方法について、ブラックトナー色によるパッチ画像を例としてより具体的に説明する。ブラックトナーにより現像された6個のパッチ画像のうち、第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} （ただし、 $n=0, 1, \dots, 5$ ）の評価値 $A_k(n)$ については、以下の式：

$$A_k(n) = 1 - \{V_{pmean_k}(n) - V_{po}\} / \{V_{pmean_b} - V_{po}\}$$

に基づき、算出する。ここで、上式の各項の意味はそれぞれ以下のとおりである。

【0106】

まず、 $V_{pmean}(n)$ は、第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} からの反射光のうち p 偏光成分に対応する出力電圧 V_p として濃度センサ60から出力され、サンプリングされた各サンプルデータのノイズ除去後の平均値である。すなわち、例えば最初のパッチ画像 I_{v0} に対応する値 $V_{pmean}(0)$ は、該パッチ画像のうちの長さ $L0$ 分において濃度センサ60からの出力電圧 V_p として検出された後スパイクノイズ除去処理を施されてRAM107に記憶された74個のサンプルデータの算術平均である。なお、上式における各項の添字 k は、ブラック色についての値であることを表すものである。

【0107】

また、 V_{po} は、先のプレ動作1において発光素子601を消灯した状態で取得した受光ユニット670pからの暗出力電圧である。このように、サンプリングされた出力電圧から暗出力電圧 V_{po} を差し引くことにより、暗出力の影響を排除してより高精度にトナー像の濃度を求めることが可能である。

【0108】

さらに、 V_{pmean_b} は、先に求められRAM107に記憶されている下地プロフィールデータのうち、中間転写ベルト71上において上記 $V_{pmean}(n)$ の算出に用いた74個の各サンプルデータが検出されたのと同じ位置で検出された各サンプルデータの平均値である。

【0109】

つまり、ブラック色における第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} に対する評価値 $A_k(n)$ とは、トナーが付着する前の中間転写ベルト71の表面から得られたセンサ出力 V_p の平均値と、トナーの付着したパッチ画像 I_{vn} から得られたセンサ出力 V_p の平均値とのそれぞれからセンサの暗出力を差し引いた後に両者の比を取り、その値を1から減じたものである。したがって、パッチ画像としてのトナーが中間転写ベルト71に全く付着しない状態では $V_{pmean}(n) = V_{pmean_b}$ となって評価値 $A_k(n)$ がゼロとなる一方、中間転写ベルト71の表面がブラックトナーに

より完全に覆われて反射率がゼロとなった状態では $V_{pmean}(n) = V_{po}$ となって評価値 $A_k(n) = 1$ となる。

【0110】

このように、センサ出力電圧 V_p の値をそのまま用いるのではなく評価値 $A_k(n)$ を用いると、中間転写ベルト 71 の表面状態による影響をキャンセルしてパッチ画像の画像濃度を高精度に測定することができる。また、中間転写ベルト 71 上のパッチ画像の濃淡に応じて補正されているため、画像濃度の測定精度をさらに向上させることができる。さらに、トナーが付着しない状態を表す最小値 0 から中間転写ベルト 71 の表面が高密度のトナーに覆われた状態を表す最大値 1 までの値でパッチ画像 I_{vn} の濃度を正規化して表すことができるので、以後の処理においてトナー像の濃度を見積もるのに好都合である。

【0111】

なお、ブラック以外のトナー色、すなわちイエロー色 (Y)、シアン色 (C) およびマゼンタ色 (M) については、ブラック色より反射率が高くトナーが中間転写ベルト 71 の表面を覆った状態でもその反射光量はゼロではないから、上記により求めた評価値ではその濃度を精度よく表すことができない場合がある。そこで、この実施形態では、これらのトナー色に対する評価値 $A_y(n)$ 、 $A_c(n)$ 、 $A_m(n)$ を求めるに際して用いるサンプルデータとして p 偏光成分に対応した出力電圧 V_p ではなく、これから暗出力 V_{po} を差し引いた値を、s 偏光成分に対応した出力電圧 V_s からその暗出力 V_{so} を差し引いた値で除した値 PS 、すなわち $PS = (V_p - V_{po}) / (V_s - V_{so})$ を各位置におけるサンプルデータとして用いることにより、これらのトナー色についても精度よくその画像濃度を見積もることを可能としている。また、ブラック色の場合と同様に、トナーが付着する前の中間転写ベルト 71 の表面から得られたセンサ出力を考慮することで、中間転写ベルト 71 の表面状態による影響をキャンセルし、また中間転写ベルト 71 上のパッチ画像の濃淡に応じて補正されているため、画像濃度の測定精度を向上させることができる。

【0112】

例えばシアン色 (C) に対しては、その評価値 $A_c(n)$ は、次式：

$$Ac(n) = 1 - \{PS_{mean}(n) - PS_o\} / \{PS_{mean_b} - PS_o\}$$

により求めることができる。ここで、 $PS_{mean}(n)$ は、シアン色における第 n 番目のパッチ画像 I_{vn} の各位置におけるセンサ出力 V_p 、 V_s に基づいて求めた上記値 PS のノイズ除去後の平均値である。また、 PS_o は、中間転写ベルト71の表面がカラートナーにより完全に覆われた状態でのセンサ出力 V_p 、 V_s に対応する上記値 PS であり、この値 PS が取りうる最小値である。さらに、 PS_{mean_b} は、中間転写ベルト71上の各位置において下地プロファイルとしてサンプリングしたセンサ出力 V_p 、 V_s に基づき求めた上記値 PS の平均値である。

【0113】

カラートナーに対応する評価値を上記のように定義することによって、先に述べたブラック色の場合と同様に、中間転写ベルト71にトナーが全く付着しない状態（このとき、 $PS_{mean}(n) = PS_{mean_b}$ ）を表す最小値0から該ベルト71が完全にトナーに覆われた状態（このとき、 $PS_{mean}(n) = PS_o$ ）を表す最大値1までの値でパッチ画像 I_{vn} の濃度を正規化して表すことができる。

【0114】

こうして各パッチ画像の濃度（より正確にはその評価値）が求まると、その値に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} を算出する（ステップS47）。図18は、この実施形態における直流現像バイアスの最適値算出処理を示すフローチャートである。なお、この処理の内容はトナー色によらず同一であるため、図18および下記においてはトナー色に対応する評価値の添字（ y 、 c 、 m 、 k ）を省略しているが、評価値およびその目標値については各トナー色毎に異なる値であることはいうまでもない。

【0115】

まず、パラメータ n を0に設定し（ステップS471）、評価値 $A(n)$ 、すなわち $A(0)$ と、先に求めた制御目標値 A_t （例えばブラック色においては A_{kt} ）とを比較する（ステップS472）。このとき、評価値 $A(0)$ が制御目標値 A_t 以上であれば、直流現像バイアス V_{avg} の最小値 V_0 において目標濃度を超える画像濃度が得られていることを意味しているから、これより高い現像バイアスについては検討するまでもなく、このときの直流現像バイアス V_0 を最適値 V_{op} とし

て処理を終了する（ステップS477）。

【0116】

これに対して、評価値 $A(0)$ が目標値 A_t に達していないときには、1レベル高い直流現像バイアス V_1 において形成したパッチ画像 I_{v1} についての評価値 $A(1)$ を読み出し、評価値 $A(0)$ との差を求めるとともに、その差が所定の値 Δa 以下であるか否かを判断する（ステップS473）。ここで、両者の差が所定の値 Δa 以下である場合には、上記と同様に直流現像バイアス V_0 をその最適値 V_{op} とする。このようにする理由は後に詳述する。

【0117】

一方、両者の差が所定の値 Δa より大きい場合にはステップS474に進み、評価値 $A(1)$ と制御目標値 A_t とを比較する。このとき、評価値 $A(1)$ が目標値 A_t 以上であれば、目標値 A_t は評価値 $A(0)$ より大きくかつ $A(1)$ 以下、すなわち $A(0) < A_t \leq A(1)$ であるから、直流現像バイアス V_{avg} の V_0 と V_1 との間に目標の画像濃度を得るための直流現像バイアスの最適値 V_{op} が存在することになる。すなわち、 $V_0 < V_{op} \leq V_1$ である。

【0118】

そこで、このような場合にはステップS478に進み、計算により最適値 V_{op} を求める。この計算方法としては種々の方法が考えられるが、例えば直流現像バイアス V_{avg} に対する評価値の変化を V_0 ないし V_1 の区間で適当な関数に近似し、その関数の値が目標値 A_t となるような直流現像バイアス V_{avg} をその最適値 V_{op} としてもよい。このうち評価値の変化を直線で近似する方法が最も簡単であるが、直流現像バイアス V_{avg} の変換範囲を適当に選ぶことによって十分な精度で最適値 V_{op} を求めることが可能である。もちろんこれ以外の方法、例えばより精確な近似関数を導入して最適値 V_{op} を算出するようにしてもよいが、装置の検出誤差やばらつき等を考慮すると必ずしも現実的でない。

【0119】

一方、ステップS474において評価値 $A(1)$ より目標値 A_t の方が大きい場合には、 n を1だけインクリメントし（ステップS475）、 n が最大値となるまで（ステップS476）上記したステップS473～S475を繰り返して直

流現像バイアスの最適値 V_{op} を求めるが、ステップ S 4 7 6 において n が最大値 ($n = 5$) となっても最適値 V_{op} が求まらなかった、つまり 6 つのパッチ画像に対応する評価値のいずれもが目標値に達していなかったときには、濃度が最大となる直流現像バイアス V_5 を最適値 V_{op} とする (ステップ S 4 7 7)。

【 0 1 2 0 】

このように、この実施形態では、各パッチ画像 $I_{v0} \sim I_{v5}$ に対応する評価値 $A(0) \sim A(5)$ のそれぞれと目標値 A_t とを比較し、その大小関係に基づいて、目標濃度を得るための直流現像バイアスの最適値 V_{op} を求めているが、上記したように、ステップ S 4 7 3 においては、連続する 2 つのパッチ画像に対応する評価値 $A(n)$ と $A(n+1)$ との差が所定値 Δa 以下であるときには直流現像バイアス V_n を最適値 V_{op} とするようにしている。その理由は以下のとおりである。

【 0 1 2 1 】

すなわち、図 1 7 (b) に示すように、直流現像バイアス V_{avg} が大きくなるとシート S 上における画像濃度 OD は増加するが、直流現像バイアス V_{avg} が比較的大きい領域ではその増加率は小さくなり、次第に飽和するという特性を示す。これは、ある程度高密度にトナーが付着すると、それ以上にトナー付着量を多くしても画像濃度はあまり増加しないからである。このように画像濃度の増加率が小さくなっている領域において、さらに画像濃度を高めるべく直流現像バイアス V_{avg} を大きくすることは、濃度の増加はさほど見込めないにもかかわらずトナー消費量のみをむやみに増大させることとなり現実的でない。逆に、このような領域では、濃度変化を許容しうる範囲で直流現像バイアス V_{avg} をできるだけ低く設定することによって、画像濃度の低下を最少限に抑えながらトナー消費量を大きく低減することが可能となる。

【 0 1 2 2 】

そこで、この実施形態においては、直流現像バイアス V_{avg} に対する画像濃度の増加率が所定値より小さい領域では直流現像バイアスの最適値 V_{op} として可能な限り低い値を設定するようにしている。具体的には、 V_n および V_{n+1} の 2 種の直流現像バイアス V_{avg} で形成した各パッチ画像 I_{vn} 、 $I_{v(n+1)}$ それぞれの濃度を表す評価値 $A(n)$ と $A(n+1)$ との差が所定値 Δa 以下であった場合には、よ

り低い方の直流現像バイアス、すなわち V_n の値をその最適値 V_{op} として設定するようにしている。ここで、この値 Δa は、それぞれの評価値が Δa だけ異なる 2 つの画像があるとき、両者の濃度の差が肉眼では容易に判別できない程度、もしくはその装置において両者の濃度の差が許容しうる程度となるように選ぶことが望ましい。

【 0 1 2 3 】

こうすることによって、画像濃度の増加がほとんどないにもかかわらず直流現像バイアス V_{avg} を必要以上に高い値に設定してしまうことは防止されており、画像濃度とトナー消費量とのトレードオフが図られている。

【 0 1 2 4 】

以上のようにして、所定のベタ画像濃度が得られる直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} が、その最小値 V_0 から最大値 V_5 までの範囲のいずれかの値に設定される。なお、この画像形成装置においては、画質向上の観点から、感光体 2 上の静電潜像のうち画像信号に対応してトナーを付着させない部分（非画線部）の表面電位と直流現像バイアス V_{avg} との電位差が常に一定（例えば、325V）となるようにしており、上記のように直流現像バイアス V_{avg} の最適値 V_{op} が求まると、それに応じて帯電制御部 103 から帯電ユニット 3 に与えられる帯電バイアスの大きさも変更されて、上記電位差が一定に保たれている。

【 0 1 2 5 】

（E）露光エネルギー設定

引き続いて、露光エネルギー E をその最適値に設定する。図 19 はこの実施形態における露光エネルギーの設定処理を示すフローチャートである。図 19 に示すように、その処理内容は先に述べた現像バイアスの設定処理（図 15）と基本的に同じである。すなわち、まず直流現像バイアス V_{avg} を先に求めた最適値 V_{op} に設定し（ステップ S51）、次いで露光エネルギー E を最小レベルのレベル 0 から 1 レベルずつ増加させながら、各レベルでパッチ画像を形成する（ステップ S52、S53）。そして、各パッチ画像からの反射光量をサンプリングし（ステップ S54）、そのサンプルデータからスパイクノイズを除去するとともに（ステップ S55）、各パッチ画像の濃度を表す評価値を求め（ステップ S56

）、その結果に基づいて露光エネルギーの最適値 E_{op} を求める（ステップ S 5 7）。

【 0 1 2 6 】

この処理（図 1 9）において、その処理内容が前記した現像バイアス設定処理（図 1 5）と相違しているのは、形成するパッチ画像のパターン・個数と、評価値から露光エネルギーの最適値 E_{op} を求める演算処理とであり、その他の点については両者はほぼ共通の処理を行っている。そこで、ここでは主にその相違点について説明する。

【 0 1 2 7 】

この画像形成装置では、感光体 2 表面が光ビーム L により露光されることで画像信号に対応した静電潜像が形成されるが、例えばベタ画像のように露光される面積が比較的広い高濃度画像では露光エネルギー E を変化させても静電潜像の電位プロファイルはあまり変化しない。これに対して、例えば細線画像やハーフトーン画像のように露光される領域が感光体 2 表面にスポット的に散在している低濃度画像では、露光エネルギー E によりその電位プロファイルが大きく変化する。このような電位プロファイルの変化はトナー像の濃度変化をもたらす。つまり、露光エネルギー E の変化は、高濃度画像にはあまり影響を及ぼさないのに対し、低濃度画像ではその濃度に大きく影響する。

【 0 1 2 8 】

そこで、この実施形態では、まず画像濃度に対する露光エネルギー E の影響が少ないベタ画像を高濃度用パッチ画像として形成し、その濃度に基づいて直流現像バイアス V_{avg} の最適値を求める一方、露光エネルギー E の最適値を求める際には低濃度用パッチ画像を形成するようにしている。そのため、この露光エネルギー設定処理においては、直流現像バイアス設定処理において形成したパッチ画像（図 1 6）とは異なるパターンのパッチ画像を用いている。

【 0 1 2 9 】

なお、露光エネルギー E の高濃度画像に対する影響は小さいものの、その可変範囲を広くしすぎると高濃度画像の濃度変化も大きくなってしまふ。これを防止するため、露光エネルギー E の可変範囲としては、露光エネルギーを最小（レベ

ル 0) から最大 (レベル 3) に変化させたときの高濃度画像 (例えばベタ画像) に対応する静電潜像の表面電位の変化が 20 V 以内、より望ましくは 10 V 以内となるようにするのがよい。

【0130】

図 20 は、低濃度用パッチ画像を示す図である。先に述べたように、この実施形態では露光エネルギー E を 4 段階に変更設定するようにしており、ここではその各レベルで各 1 個ずつ、計 4 個のパッチ画像 $I_{e0} \sim I_{e3}$ を形成している。また、ここで用いるパッチ画像のパターンは、図 20 に示すように、互いに離隔配置された複数の細線により構成されており、より詳しくは、1 オン 10 オフの 1 ドットラインパターンである。低濃度用パッチ画像のパターンはこれに限定されるものではないが、このようにラインまたはドットが互いに孤立したパターンを用いると、より露光エネルギー E の変化を画像濃度の変化に反映させることができ、より精度よくその最適値を求めることが可能となるのである。

【0131】

また、各パッチ画像の長さ L_4 は、高濃度用パッチ画像の長さ L_1 (図 16) より小さく設定されている。これは、この露光エネルギー設定処理では直流現像バイアス V_{avg} が既にその最適値 V_{op} に設定されており、この最適条件の下では感光体 2 周期での濃度ムラが発生しないからである (逆に、この状態でこのような濃度ムラが発生するようなら V_{op} は直流現像バイアス V_{avg} として最適な値ではない)。しかし、一方で現像ローラ 44 の変形に伴う濃度ムラが発生している可能性もあるので、パッチ画像の濃度としては現像ローラ 44 の周長に相当する長さについて平均した値を用いるのが好ましく、そこでパッチ画像の周長 L_4 は現像ローラ 44 の周長よりは大きくなるように設定している。なお、非接触現像方式の装置において現像ローラ 44 および感光体 2 それぞれの表面の移動速度 (周速) が同一でない場合には、その周速比を考慮して現像ローラ 44 の 1 周分に対応する長さのパッチ画像を感光体 2 に形成するようにすればよい。

【0132】

また、各パッチ画像の間隔 L_5 については、図 16 に示す間隔 L_2 より小さくしてよい。というのは、露光ユニット 6 からの光ビーム L のエネルギー密度は比較

的短時間で変更することが可能であり、特にその光源が半導体レーザーで構成されている場合にはきわめて短い時間でそのエネルギー密度を変更することができるからである。このように各パッチ画像の形状およびその配置を構成したことにより、図 2 0 に示すように、中間転写ベルト 7 1 の 1 周分に全てのパッチ画像 $I_{e0} \sim I_{e3}$ を形成することが可能となっており、それに伴って処理時間も短縮されている。

【0133】

このようにして形成された低濃度用パッチ画像 $I_{e0} \sim I_{e3}$ については、先に述べた高濃度パッチ画像の場合と同様にしてその画像濃度を表す評価値が求められる。そして、その評価値と、先に述べた高濃度パッチ画像用とは別に用意された低濃度パッチ画像用のルックアップテーブル（図 1 4 (b)）から導き出される制御目標値とに基づいて露光エネルギーの最適値 E_{op} が算出される。図 2 1 は、この実施形態における露光エネルギーの最適値算出処理を示すフローチャートである。この処理においても、図 1 8 に示す現像バイアスの最適値算出処理と同様に、低エネルギーレベルで形成したパッチ画像から順にその評価値を目標値 A_t と比較し、評価値が目標値と一致するような露光エネルギー E の値を求めることでその最適値 E_{op} が決定される（ステップ S 5 7 1 ～ S 5 7 7）。

【0134】

ただし、通常用いる露光エネルギー E の範囲では、細線画像濃度と露光エネルギー E との間にはベタ画像濃度と直流現像バイアスとの関係においてみられる飽和特性（図 1 7 (b)）は現れないため、図 1 8 のステップ S 4 7 3 に相当する処理は省かれている。このようにして、所望の画像濃度を得られる露光エネルギー E の最適値 E_{op} が求められる。

【0135】

(F) 後処理

以上のように直流現像バイアス V_{avg} 、露光エネルギー E についてそれぞれの最適値が求められたことにより、これ以降は所定の画像品質での画像形成が可能な状態となる。したがって、この時点で濃度制御因子の最適化処理を終了し、中間転写ベルト 7 1 等の回転駆動を停止して装置を待機状態に移行させるようにし

てもよいし、さらに他の濃度制御因子を制御すべく何らかの調節動作を行うようにしてもよく、このように後処理の内容は任意であるのでここでは説明を省略する。

【0136】

(III) その他

この実施形態の画像形成装置では、上記した濃度制御因子の最適化処理は、CPU101からの制御指令により、適当なタイミング、例えば装置電源が投入された時点、いずれかのユニットが交換された直後などに実行されるように構成している。しかし、上記以外にもこのような最適化処理を実行すべきタイミングがある。例えば、装置の電源は投入されているものの画像形成が行われない時間が長時間にわたって継続した場合である。例えばオフィスに設置されたプリンタでは、必要に応じて直ちに画像形成が行えるよう常に電源が投入された状態におかれていても、ユーザの画像形成要求に応じてメインコントローラ11に画像信号が実際に与えられて画像形成を行う頻度はさほど高くなく、場合によっては画像形成を行わないまま数時間が経過することもある。従来の画像形成装置における「スリープモード」等と称せられる節電動作モードも、このような装置の使用実態に鑑み画像形成を行わない状態での無駄な電力消費を抑制するために設けられたものである。

【0137】

このように画像形成を行わずに放置された時間が長く続くと前述した放置バンディング現象が発生し、次の画像形成動作において形成した画像に濃度ムラを生じることがある。また、気温など周囲環境が変化することによって次第に画像濃度が変化することもある。そこで、この実施形態では、上記した電源投入の時点、いずれかのユニットが交換された直後のみでなく、電源がオン状態でしかも画像形成動作が行われない時間、すなわち動作停止時間が一定時間継続した場合にも同様に濃度制御因子の最適化処理を実行するようにしている。

【0138】

図22はこの実施形態における画像形成動作および動作停止状態を示すフローチャートである。また、図23は動作停止状態から復帰したときの装置各部の動

作を示すタイミングチャートである。この画像形成装置では、外部装置からインターフェース 112 を介して画像信号が入力されたか否かを常時判断しており（ステップ S101）、画像信号が与えられた場合には先に述べた一連の画像形成動作を実行して画像信号に対応した画像をシート S 上に形成する（ステップ S102）。そして、必要に応じてこの画像形成動作を繰り返すことで（ステップ S103）、所定枚数の画像を形成する。こうして一連の画像形成動作が終了すると、中間転写ベルト 71 等の回転駆動を停止するとともに現像バイアスおよび帯電バイアス等の印加を停止し、装置は動作停止状態に移行する（ステップ S104）。この時、より詳しくは帯電制御部 103 から帯電ユニット 3 に与える帯電バイアスの出力を停止した時点で、CPU 101 が内部タイマをリセットするとともにその計時を開始し（ステップ S105）、再びステップ S101 に戻って画像信号が入力されるのを待つ。つまり、この実施形態では、CPU 101 がその内部タイマにより、装置が動作停止状態にある時間、すなわち動作停止時間 t_s を計時している。

【0139】

このとき、直ちに次の画像信号が与えられれば、同様に上記ステップ S102 ～ S103 を繰り返して必要枚数の画像を形成し、その後、再び内部タイマによる計時が開始されるが（ステップ S105）、画像信号が与えられていない場合にはステップ S106 に進みそのまま計時は継続される。そして、動作停止時間 t_s が後述する所定の時間 t_m に達したときにはステップ S107 に進んで先に述べた濃度制御因子の最適化処理を実行し、さらにステップ S105 に進んで内部タイマをいったんリセットした後ステップ S101 に戻るが、ステップ S106 において動作停止時間 t_s が時間 t_m に達していなかったときにはそのままステップ S101 に戻る。

【0140】

つまり、この装置では、画像形成動作の終了後、外部装置から新たな画像信号が与えられていなければ、動作停止状態となって内部タイマによる動作停止時間 t_s の計時を続けながら次の画像信号が入力されるのを待っている。そして、図 23 (a) に示すように、動作停止時間 t_s が所定の時間 t_m に達する前に次の画

像信号が入力された場合には、装置は直ちに動作停止状態から復帰して画像形成動作を実行する。

【0141】

一方、図23(b)に示すように、次の画像信号が与えられないまま動作停止時間 t_s が時間 t_m に達した場合には、装置は動作停止状態から復帰して先に述べた濃度制御因子の最適化処理の実行を開始する。そして、その処理が終了すると再び動作停止状態に戻る。このときにもタイマはいったんリセットされるので、その後の動作停止時間 t_s が時間 t_m に達する度毎に、同様にして濃度制御因子の最適化処理が実行されることとなる。

【0142】

以上のように、この実施形態の画像形成装置は、外部装置から与えられる画像信号に対応した画像形成動作、もしくは、濃度制御因子の最適化処理を実行すべく画像信号としてパッチ画像信号が与えられるのに対応したパッチ画像の画像形成動作を終了した後の動作停止時間 t_s が時間 t_m に達したときには、濃度制御因子の最適化処理を実行するように構成されている。したがって、この装置において動作停止状態が継続する期間は最大でも時間 t_m 程度であり、この時間 t_m が本発明の「最大停止時間」に相当するものである。

【0143】

このように、定期的に濃度制御因子の最適化処理を行って装置の動作停止時間 t_s を最大停止時間 t_m 以下としたことにより、この画像形成装置では、トナーが現像ローラ44に担持されたまま長時間にわたり放置されることで生じる放置バンディング現象の発生が抑制される。しかも、この放置バンディング現象を抑制したことにより該現象に起因するパッチ画像の濃度ムラも生じないので、パッチ画像の濃度に基づいて濃度制御因子を常に最適な状態に設定することができ、その結果、この画像形成装置では、画質の良好なトナー像を安定して形成することが可能となっている。

【0144】

また、動作停止状態にあるときでも常に濃度制御因子は最適な状態に保たれているため、新たな画像信号が外部から与えられれば動作停止状態から速やかに復

帰して画像形成動作を実行することができ、ユーザの要求に素早く対応することが可能となっている。

【0145】

ここで、この最大停止時間 t_m を如何に設定するかが問題となる。すなわち、パッチ画像を形成する度にトナーが消費されるため、装置のランニングコストを低く抑えるためにはパッチ画像形成の頻度はできる限り少なくする必要がある、最大停止時間 t_m を長くするのが好ましい。一方、動作停止時間 t_s が長くなると放置バンディング現象による濃度ムラが現れるため、画像品質維持の観点からは最大停止時間 t_m をできるだけ短くするのが好ましい。このように、最大停止時間 t_m は一義的に決め難いため、大量のトナーを収容可能な現像器を備える装置や、より画質を重視する装置では、最大停止時間 t_m を短く、例えば1時間程度とする一方、画像にある程度の濃度ムラが許容しうる装置では最大停止時間 t_m をより長く、例えば3時間程度とするなど、装置の仕様やトナーの特性等に応じて最大停止時間 t_m を適宜設定すればよい。

【0146】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記した実施形態では、濃度センサ60を中間転写ベルト71の表面に対向配置し、中間転写ベルト71に一次転写されたパッチ画像としてのトナー像の濃度を検出するように構成しているが、これに限定されるものではなく、例えば濃度センサを感光体2の表面に向けて配置し、感光体2上に現像されたトナー像の濃度を検出するようにしてもよい。

【0147】

また、例えば、上記した実施形態における濃度制御因子の最適化処理は、各現像器を順番に現像位置に位置させて各現像ローラ44の空回しを行った後に、改めて各現像器を切り換えながら順次パッチ画像を形成するように構成されているが、各現像器ごとに現像ローラの空回しとパッチ画像の形成を連続して行うようにしてもよい。このようにした場合には、現像器の切り換え動作の回数を減らすことができるので、例えば待機状態での静粛性が要求される装置では、このよう

に構成することで現像器の切り換えに伴って生じる動作音の頻度を最少限に抑えることが可能となる。

【0148】

また、上記した実施形態における濃度制御因子の最適化処理の手順はその一例を示したものであって、これ以外の手順であってもよい。例えば、本実施形態ではプレ動作1およびプレ動作2を同時に開始するようにしているが、これらは必ずしも同時に実行しなくてもよい。また、画像濃度の制御目標値は少なくとも直流現像バイアスの最適値 V_{op} を求める時点で求められていればよく、本実施形態とは異なるタイミング、例えばプレ動作より前に制御目標値を求めるようにしてもよい。

【0149】

また、上記した実施形態では、帯電制御部103から帯電ユニット3に与える帯電バイアスを停止した時点から動作停止時間 t_s を起算するようにしているが、動作停止時間を起算するタイミングはこれに限定されるものではなく、例えば、現像ローラ44の回転駆動を停止した時点や、中間転写ベルト71の回転駆動を停止した時点から動作停止時間を起算するようにしてもよい。要するに、各現像器に備えられた現像ローラ44がトナーを担持したまま停止した状態が所定時間以上継続したときに、パッチ画像の形成を伴う濃度制御因子の最適化処理が実行されるように構成されればよい。

【0150】

また、上記した実施形態では、中間転写ベルト71の下地プロファイルとして濃度センサ60の出力を中間転写ベルト71の1周分についてサンプリングした各サンプルデータを記憶するようにしているが、後にパッチ画像が形成される位置に相当する位置からのサンプルデータのみを記憶するようにしてもよく、こうすることで記憶すべきデータ量を削減することが可能である。この場合には、中間転写ベルト71への各パッチ画像の形成位置をできるだけ一致させるようにすれば、各パッチ画像について共通の下地プロファイルを使用して演算を行うことができてさらに効果的である。

【0151】

また、上記した実施形態では、画像濃度を制御する濃度制御因子としての直流現像バイアスおよび露光エネルギーを可変としているが、これらのうち一方のみを可変として画像濃度を制御するようにしてもよく、また他の濃度制御因子を用いるようにしてもよい。さらに、上記実施形態では、帯電バイアスが直流現像バイアスに追従して変化するように構成されているが、これに限定されるものでなく、帯電バイアスを固定としたり、直流現像バイアスとは独立に変更できるようにしてもよい。

【0152】

また、上記した実施形態は、感光体2上で現像されたトナー像を一時的に担持する中間媒体としての中間転写ベルト71を有する画像形成装置であるが、転写ドラムや転写ローラなど他の中間媒体を有する画像形成装置や、中間媒体を備えず感光体2上に形成されたトナー像を最終的な転写材であるシートSに直接転写するように構成された画像形成装置に対しても本発明を適用することができる。

【0153】

また、上記した実施形態は、イエロー、シアン、マゼンタ、ブラックの4色のトナーを用いてフルカラー画像を形成可能に構成された画像形成装置であるが、使用するトナー色およびその色数はこれに限定されるものでなく任意であり、例えばブラックトナーのみを用いてモノクロ画像を形成する装置に対しても本発明を適用することが可能である。

【0154】

さらに、上記実施形態では、装置外部からの画像信号に基づき画像形成動作を実行するプリンタに本発明を適用しているが、ユーザの画像形成要求、例えばコピーボタンの押動に応じて装置内部で画像信号を作成し、その画像信号に基づき画像形成動作を実行する複写機や、通信回線を介して与えられた画像信号に基づき画像形成動作を実行するファクシミリ装置に対しても本発明を適用可能であることはいうまでもない。

【0155】

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、画像形成動作が終了して装置が動作停止状

態となってから所定の最大停止時間が経過したときには、所定のパッチ画像を形成する画像形成動作を実行するようにしている。そのため、装置は一定期間すなわち最大停止時間毎に画像形成動作を実行しており、この最大停止時間を超えてトナーがトナー担持体上に放置されることがないので、濃度ムラの発生を効果的に抑制することができる。

【0156】

しかも、このように一定期間毎にパッチ画像を形成し、その画像濃度に基づいて濃度制御因子を最適化しているため、画像形成動作中あるいは動作停止中を問わず常に一定の画像濃度で画像形成を行える状態が保たれている。そのため、ユーザからの画像形成要求に応じて先に画像形成を行ってから長い時間間隔を空けて次の画像形成を行った場合でも、その間の画像濃度の変化が少なく画質の良好なトナー像を安定して形成することができるとともに、次の画像形成を行うのに先立ち改めて濃度制御因子の最適化を行う必要がないので、画像が得られるまでの待ち時間を短くすることができる。

【0157】

さらに、前記動作停止時間が前記最大停止時間に達したときには、前記パッチ画像を形成するのに先立って前記トナー担持体が少なくとも1周以上回転するように構成すると、パッチ画像形成に供されるのに先立ってトナー担持体上のトナーがより均一化されることとなり、濃度ムラの発生をより効果的に抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明にかかる画像形成装置の一実施形態を示す図である。

【図2】

図1の画像形成装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】

この画像形成装置の現像器を示す断面図である。

【図4】

濃度センサの構成を示す図である。

【図5】

この実施形態における濃度制御因子の最適化処理の概要を示すフローチャートである。

【図6】

この実施形態における初期化動作を示すフローチャートである。

【図7】

この実施形態におけるプレ動作を示すフローチャートである。

【図8】

中間転写ベルトの下地プロファイルの例を示す図である。

【図9】

この実施形態におけるスパイクノイズ除去処理を示すフローチャートである。

【図10】

この実施形態におけるスパイクノイズ除去の様子を示す図である。

【図11】

トナーの粒径と反射光量との関係を示す模式図である。

【図12】

トナーの粒径分布とOD値の変化との対応を示す図である。

【図13】

この実施形態における制御目標値の導出プロセスを示すフローチャートである。

【図14】

制御目標値を求めるルックアップテーブルの例を示す図である。

【図15】

この実施形態における現像バイアス設定処理を示すフローチャートである。

【図16】

高濃度用パッチ画像を示す図である。

【図17】

感光体周期で生じる画像濃度の変動を示す図である。

【図18】

この実施形態における直流現像バイアスの最適値算出処理を示すフローチャートである。

【図 1 9】

この実施形態における露光エネルギーの設定処理を示すフローチャートである。

【図 2 0】

低濃度用パッチ画像を示す図である。

【図 2 1】

この実施形態における露光エネルギーの最適値算出処理を示すフローチャートである。

【図 2 2】

この実施形態における画像形成動作および動作停止状態を示すフローチャートである。

【図 2 3】

動作停止状態から復帰したときの装置各部の動作を示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

- 2 … 感光体（像担持体）
- 3 … 帯電ユニット（帯電手段）
- 4 … 現像ユニット
- 4 Y、4 C、4 M、4 K … 現像器
- 6 … 露光ユニット（露光手段）
- 1 0 … エンジンコントローラ
- 1 1 … メインコントローラ
- 4 4 … 現像ローラ（トナー担持体）
- 6 0 … 濃度センサ
- 7 1 … 中間転写ベルト
- 1 0 1 … CPU
- 1 0 4 … 現像器制御部（バイアス印加手段）

EG…エンジン部

t_m…最大停止時間

t_s…動作停止時間

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動作停止状態が長時間継続することで現れる濃度ムラの発生を抑制し、画質の良好なトナー像を安定して形成する。

【解決手段】 外部装置から画像信号が与えられると（ステップS101）、画像形成動作を実行する（ステップS102）。画像を形成し終わると（ステップS103）、装置は動作停止状態に移行し（ステップS104）、内部タイマにより動作停止時間 t_s の計時を開始する（ステップS105）。その後、新たに画像信号が入力されれば再び画像形成を行うが、画像信号が入力されないまま動作停止時間 t_s が最大停止時間 t_m に達したときには（ステップS106）、パッチ画像を形成して濃度制御因子の最適化を行う（ステップS107）。そのため、動作停止状態が一定期間を超えて継続することはなく、濃度ムラは生じない。

【選択図】 図22

特2002-211583

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-211583
受付番号	50201066599
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成14年 7月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月19日

次頁無

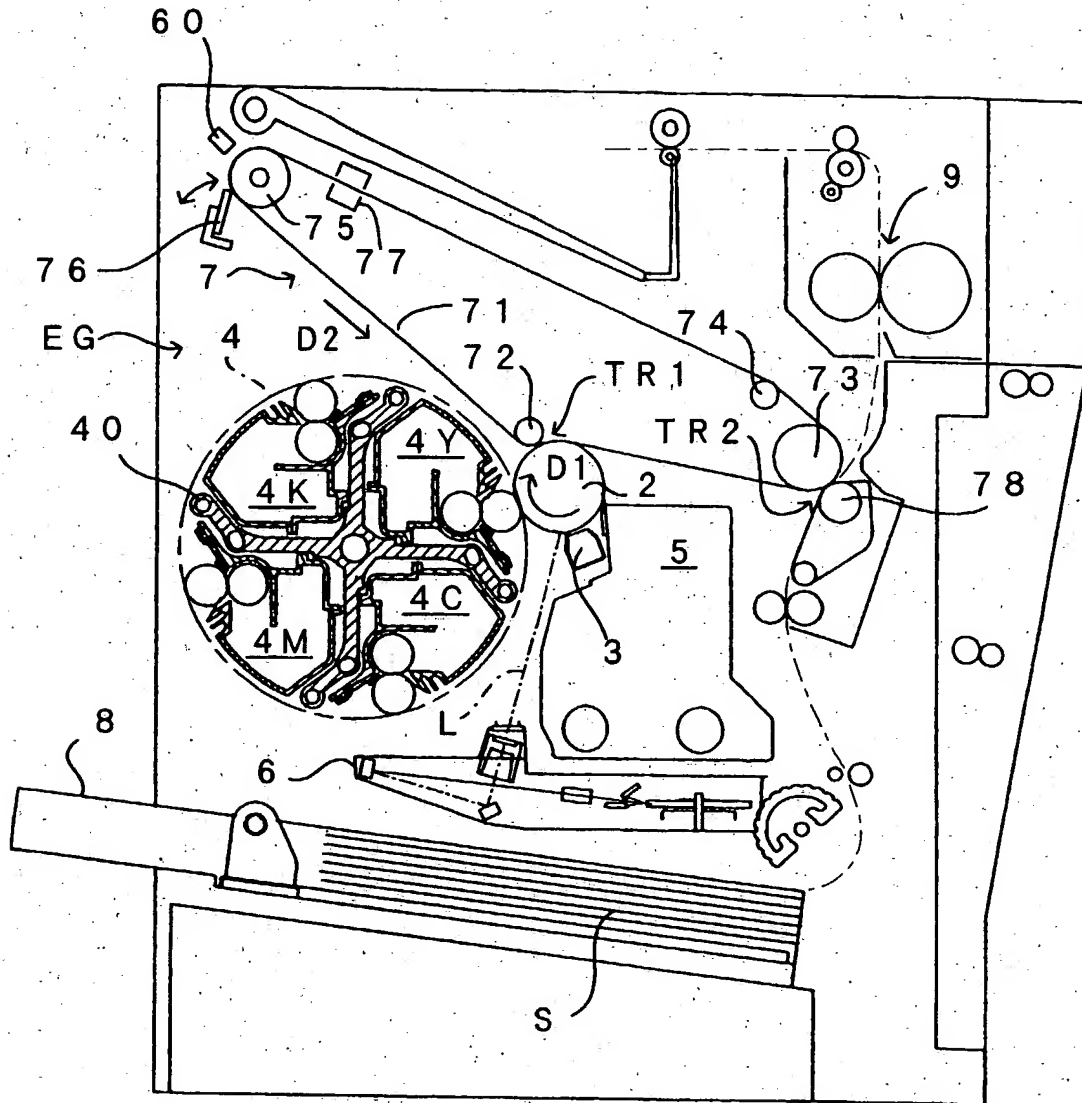
出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002369]

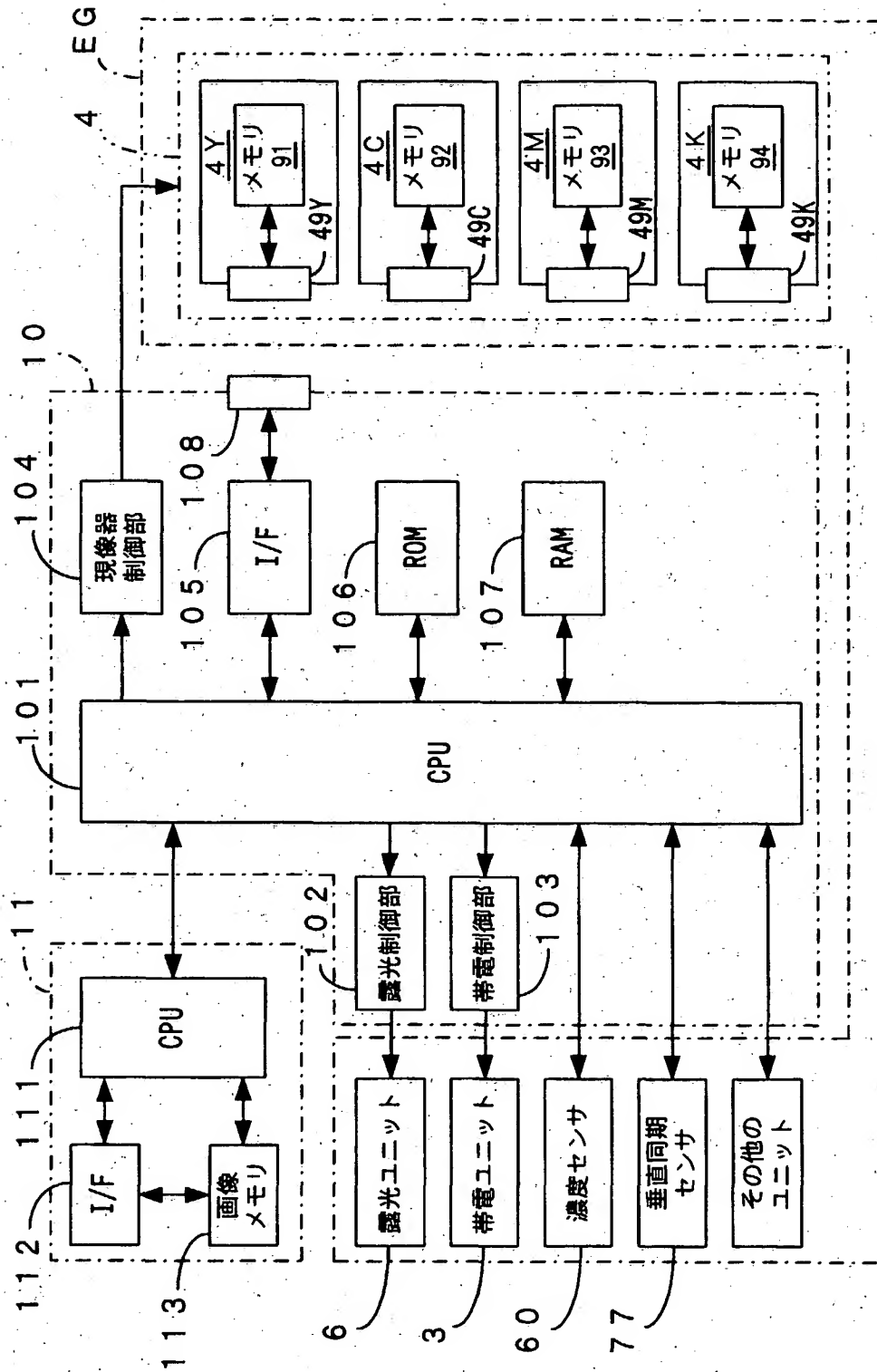
1. 変更年月日 1990年 8月20日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
氏 名 セイコーエプソン株式会社

【書類名】 図面

【図 1】

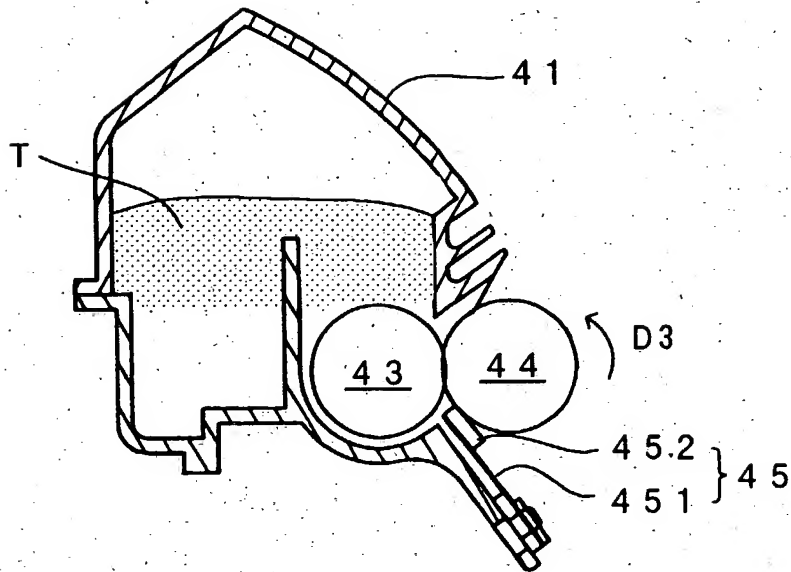


【図2】

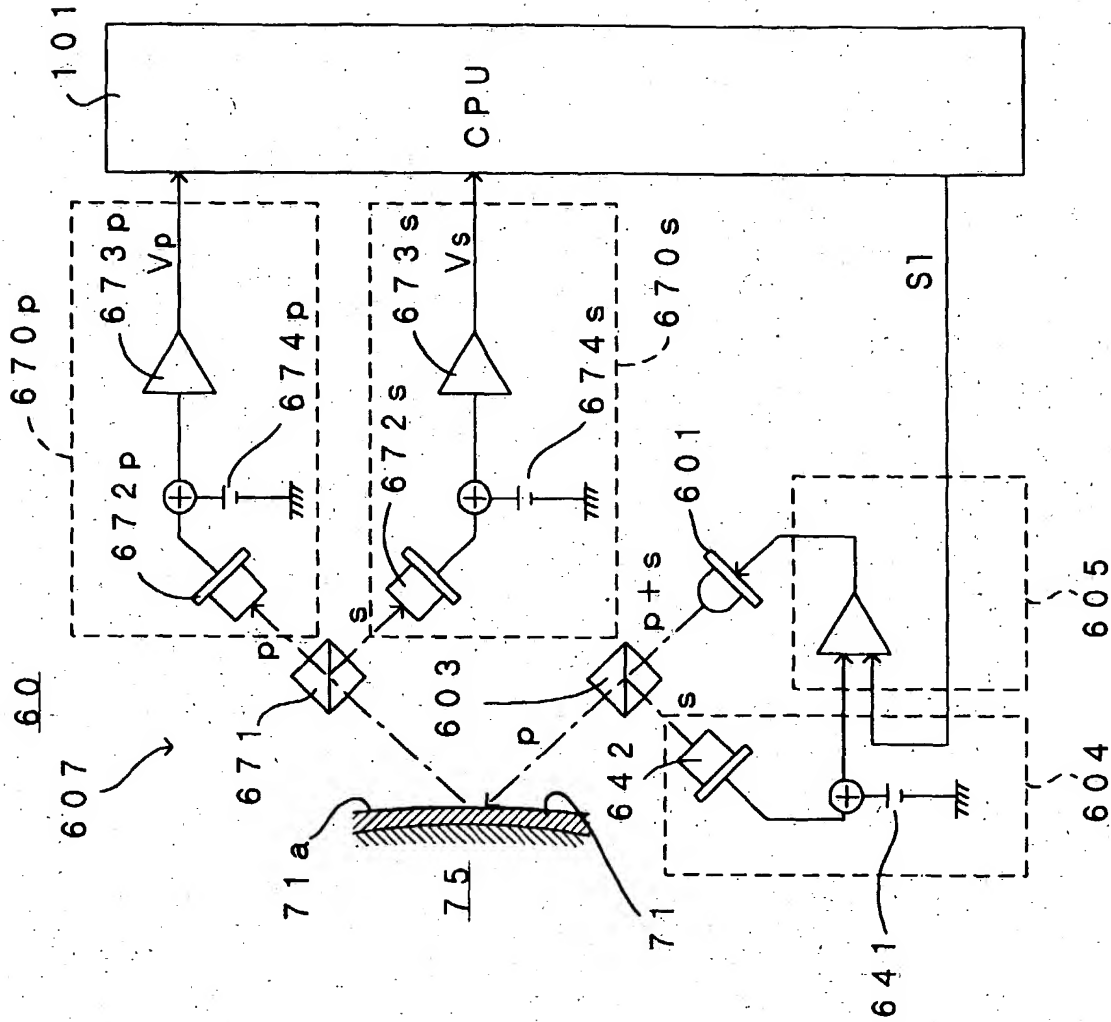


【図3】

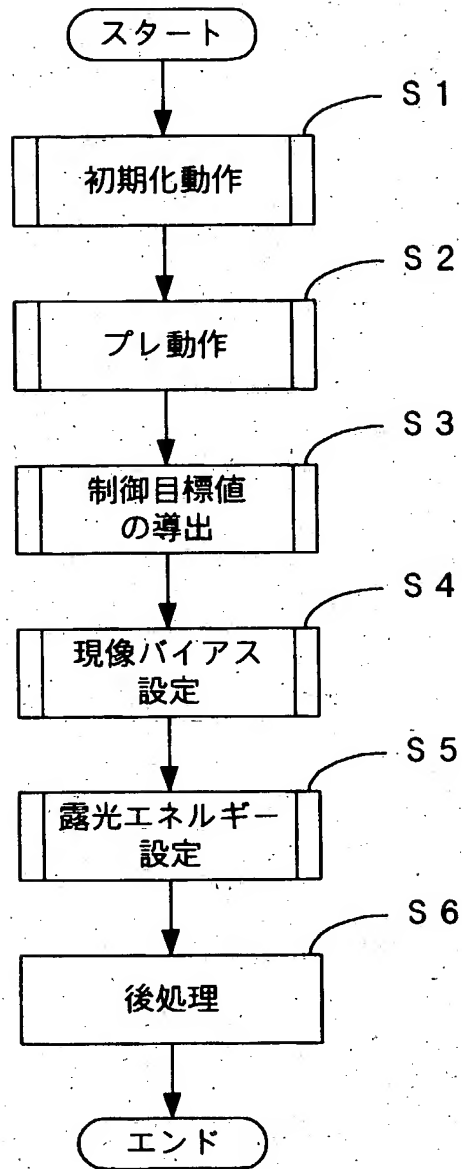
4K (4C、4M、4Y)



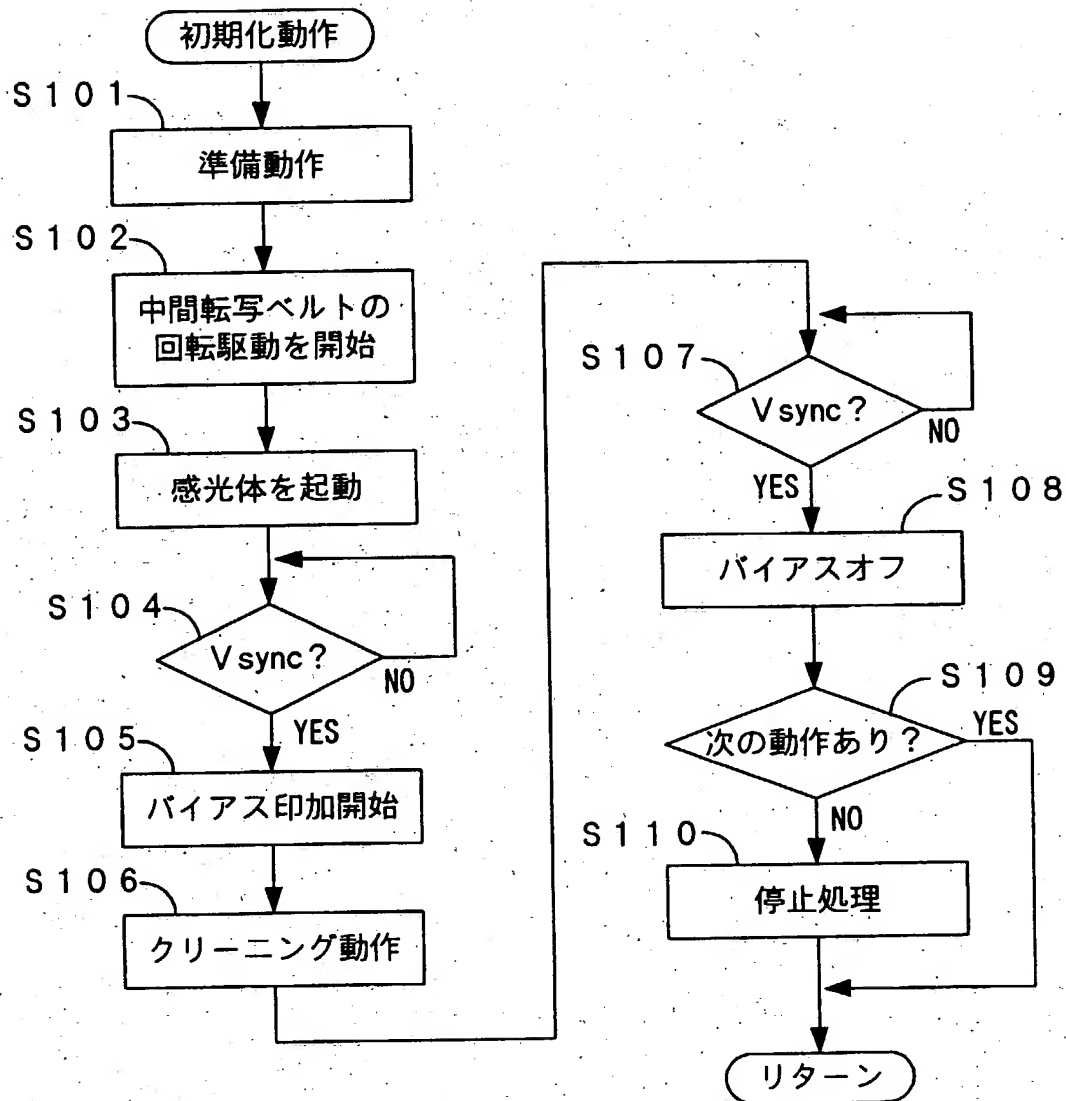
【図4】



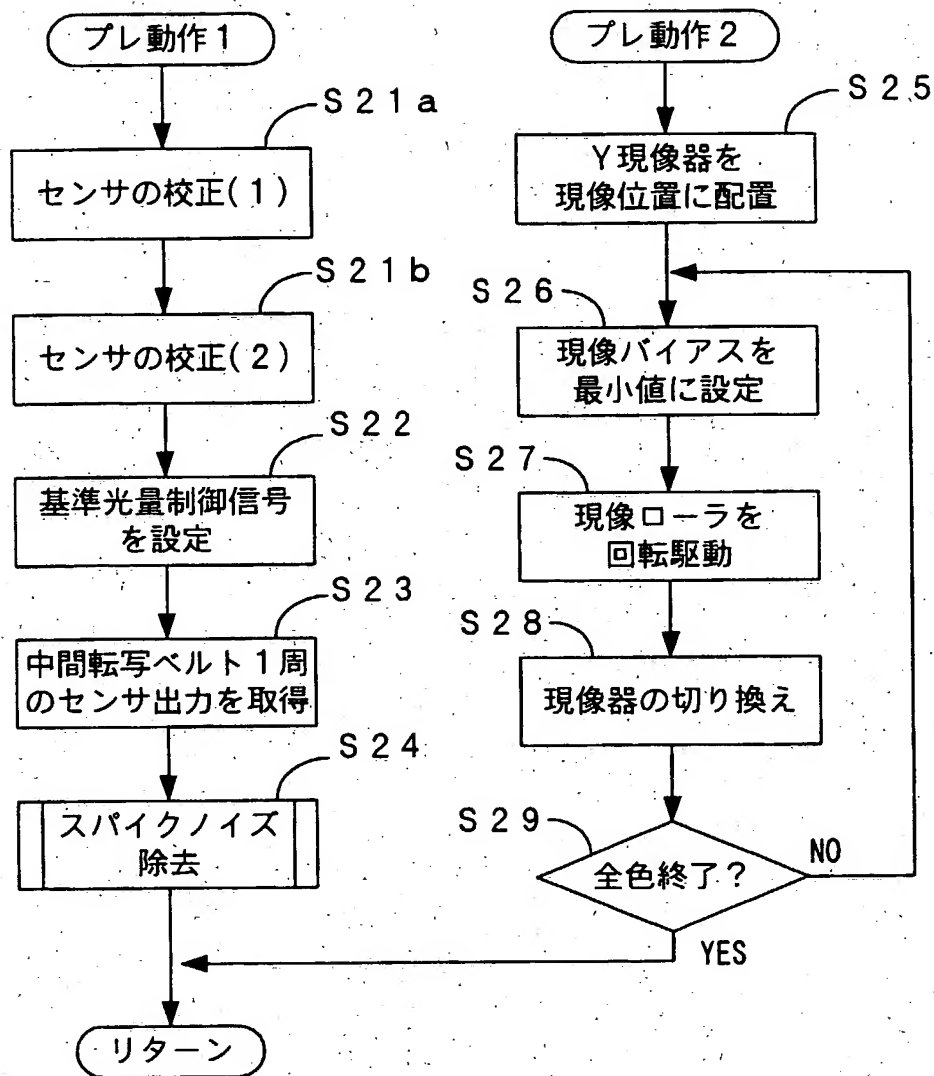
【図 5】



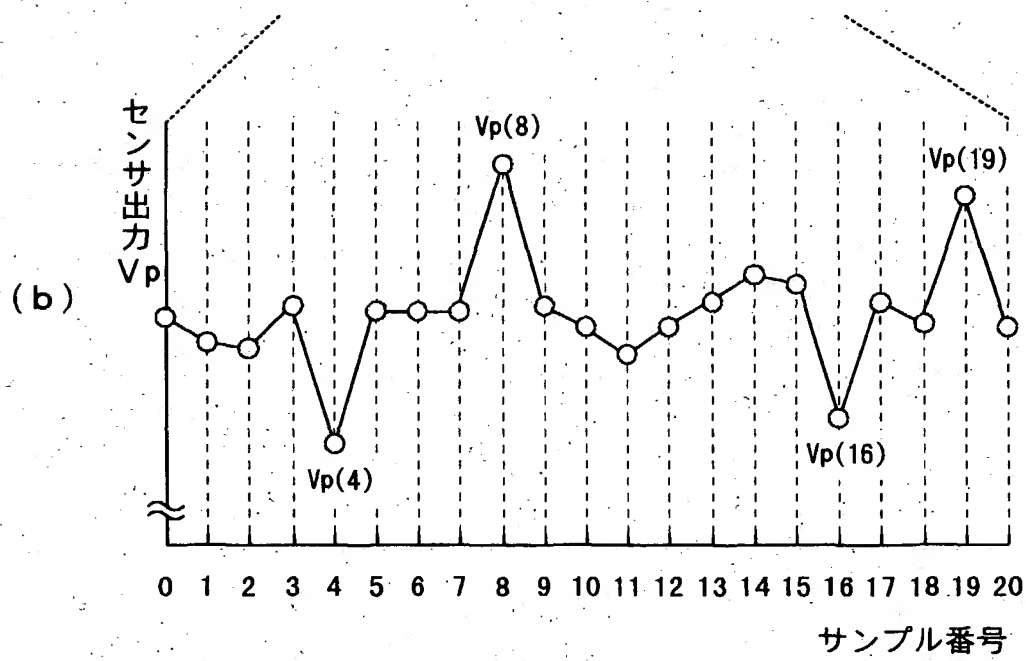
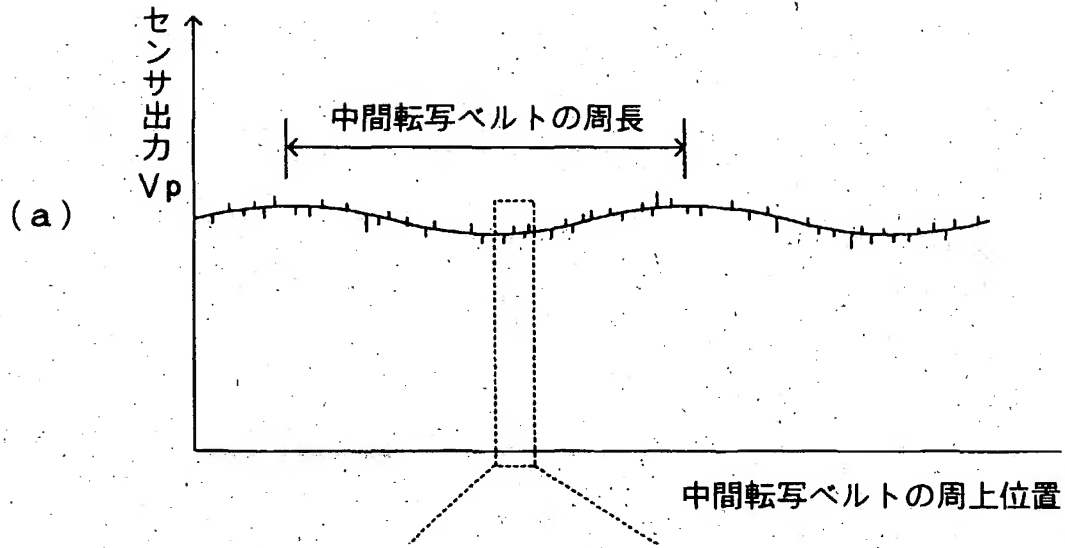
【図6】



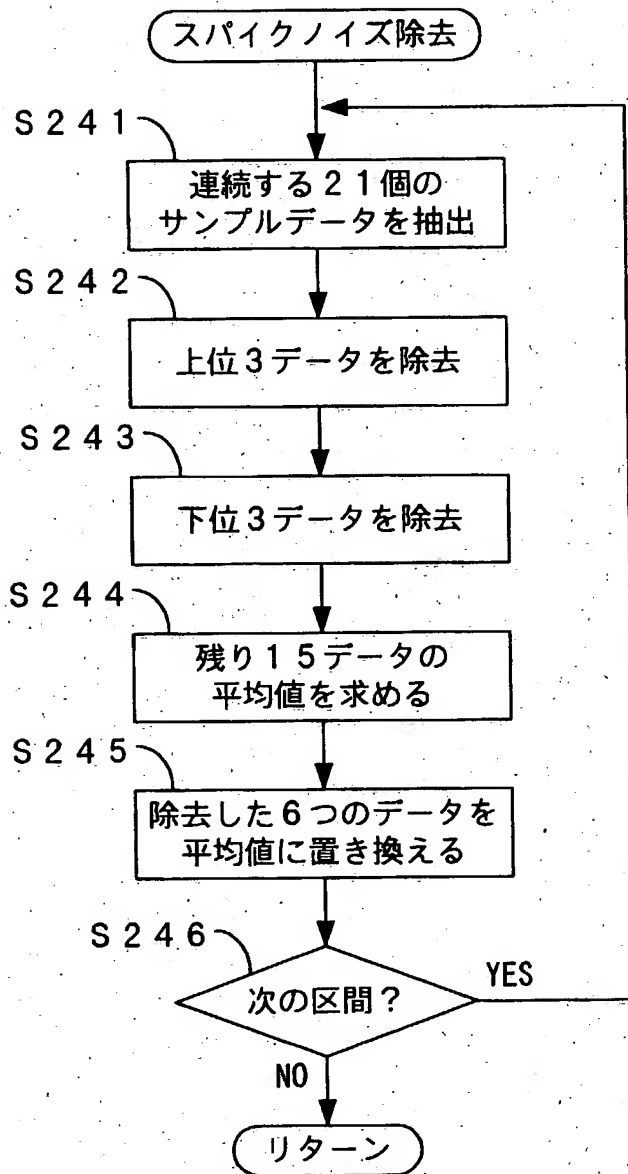
【図7】



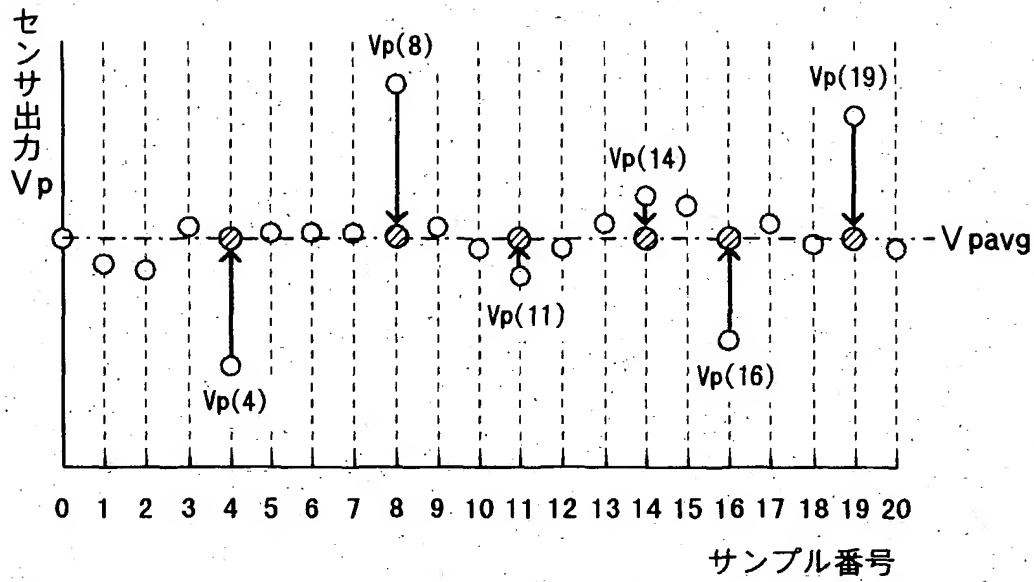
【図 8】



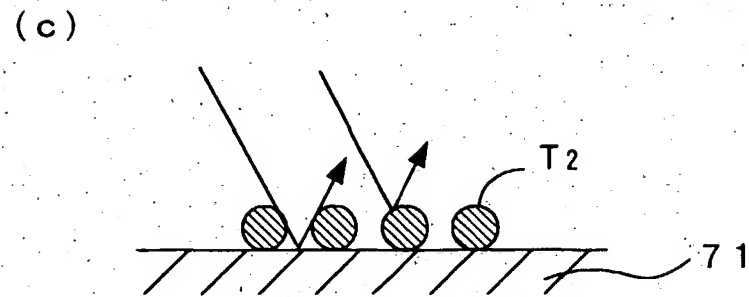
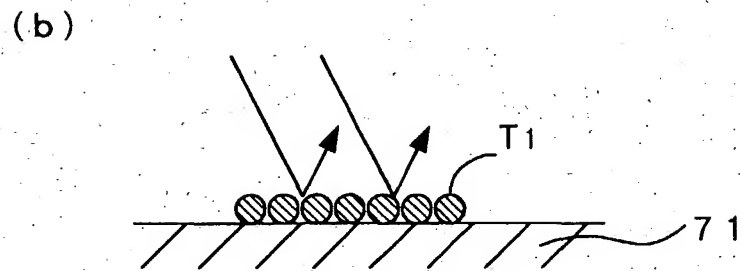
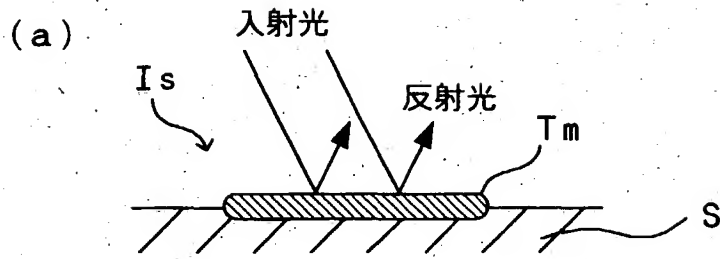
【図 9】



【図10】

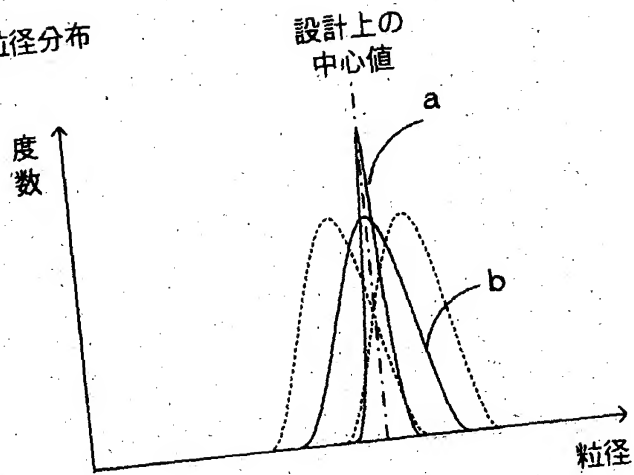


【図 11】

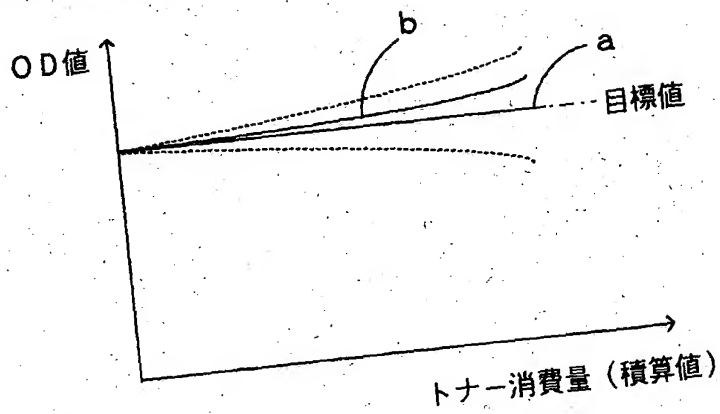


【図12】

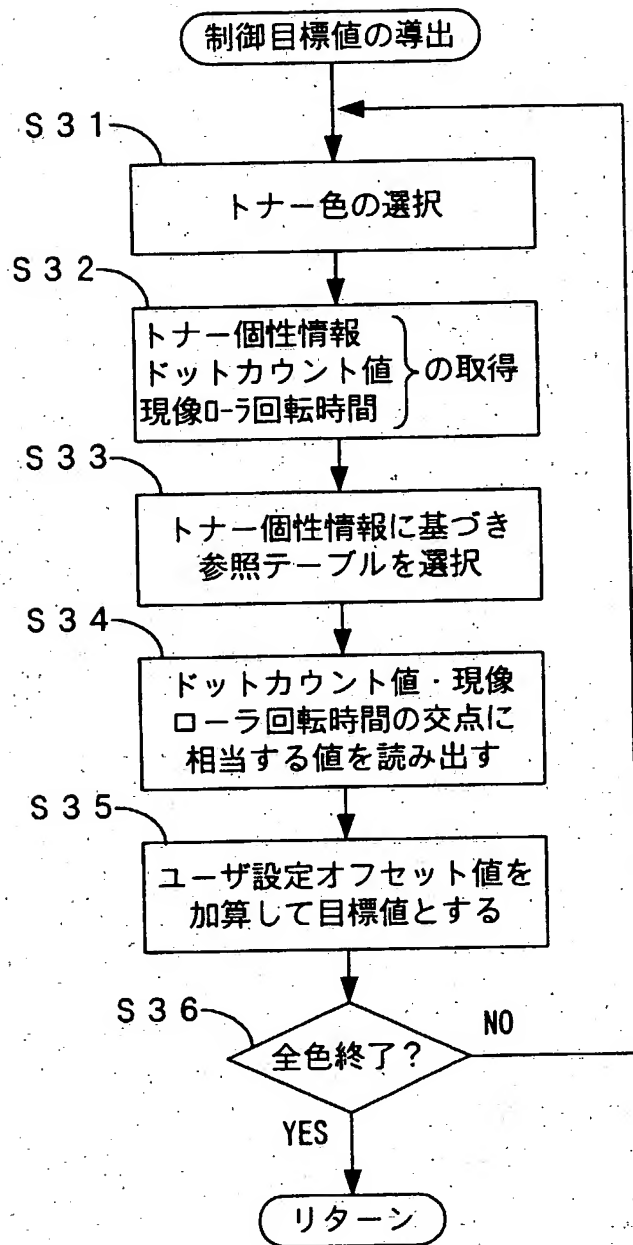
(a) 粒径分布



(b) OD値の変化



【図13】



【図 14】

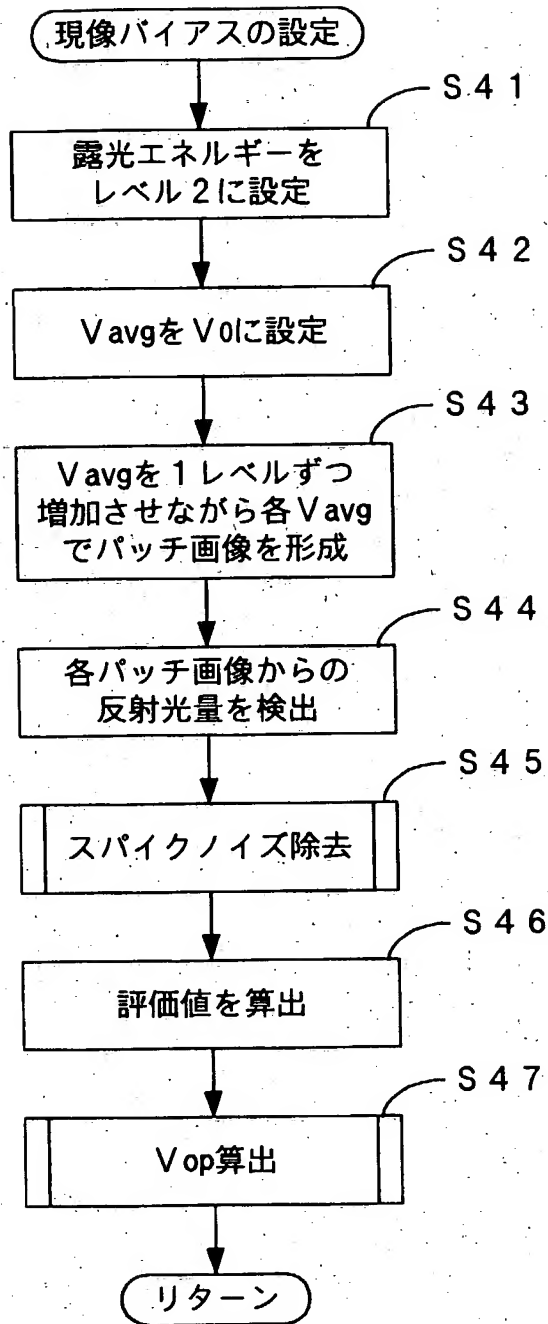
(a) 高濃度用パッチ画像

トナー個性情報 ="0"		現像ローラ回転時間(sec)			
		~1325	~3975	~6625	~10600
ドット カウント 値	~1000000	0.990	0.988	0.984	0.982
	~2000000	0.988	0.984	0.982	0.982
	~6666666	0.984	0.982	0.982	0.982
	~12000000	0.982	0.982	0.982	0.982

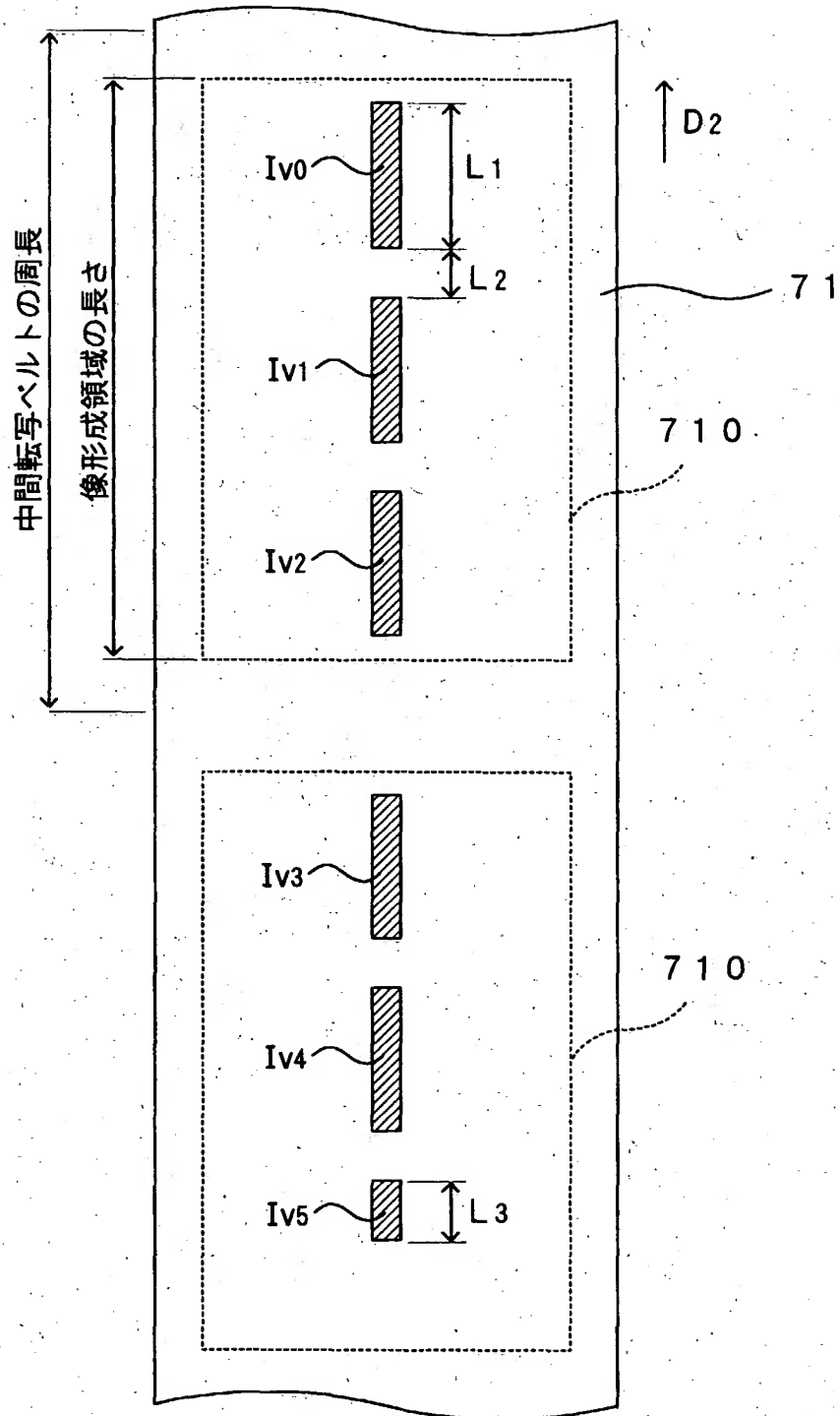
(b) 低濃度用パッチ画像

トナー個性情報 ="0"		現像ローラ回転時間(sec)			
		~1325	~3975	~6625	~10600
ドット カウント 値	~1000000	0.185	0.182	0.181	0.180
	~2000000	0.182	0.181	0.180	0.180
	~6666666	0.181	0.180	0.180	0.180
	~12000000	0.180	0.180	0.180	0.180

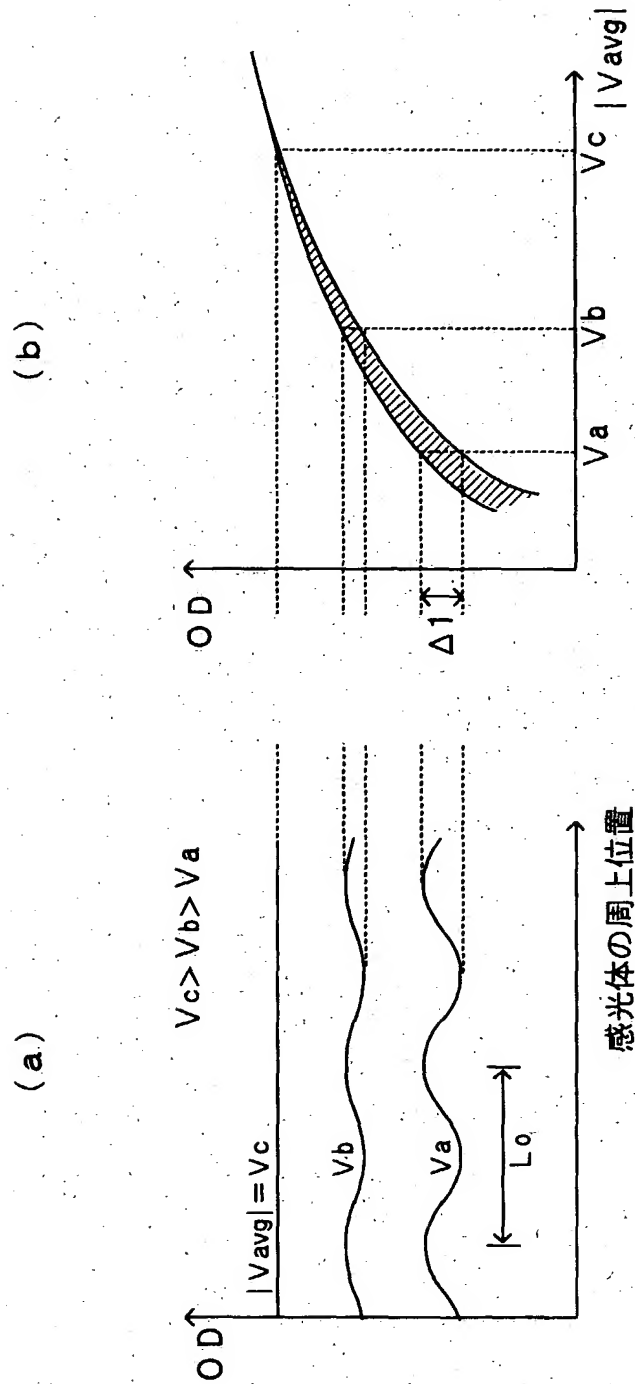
【図 1 5】



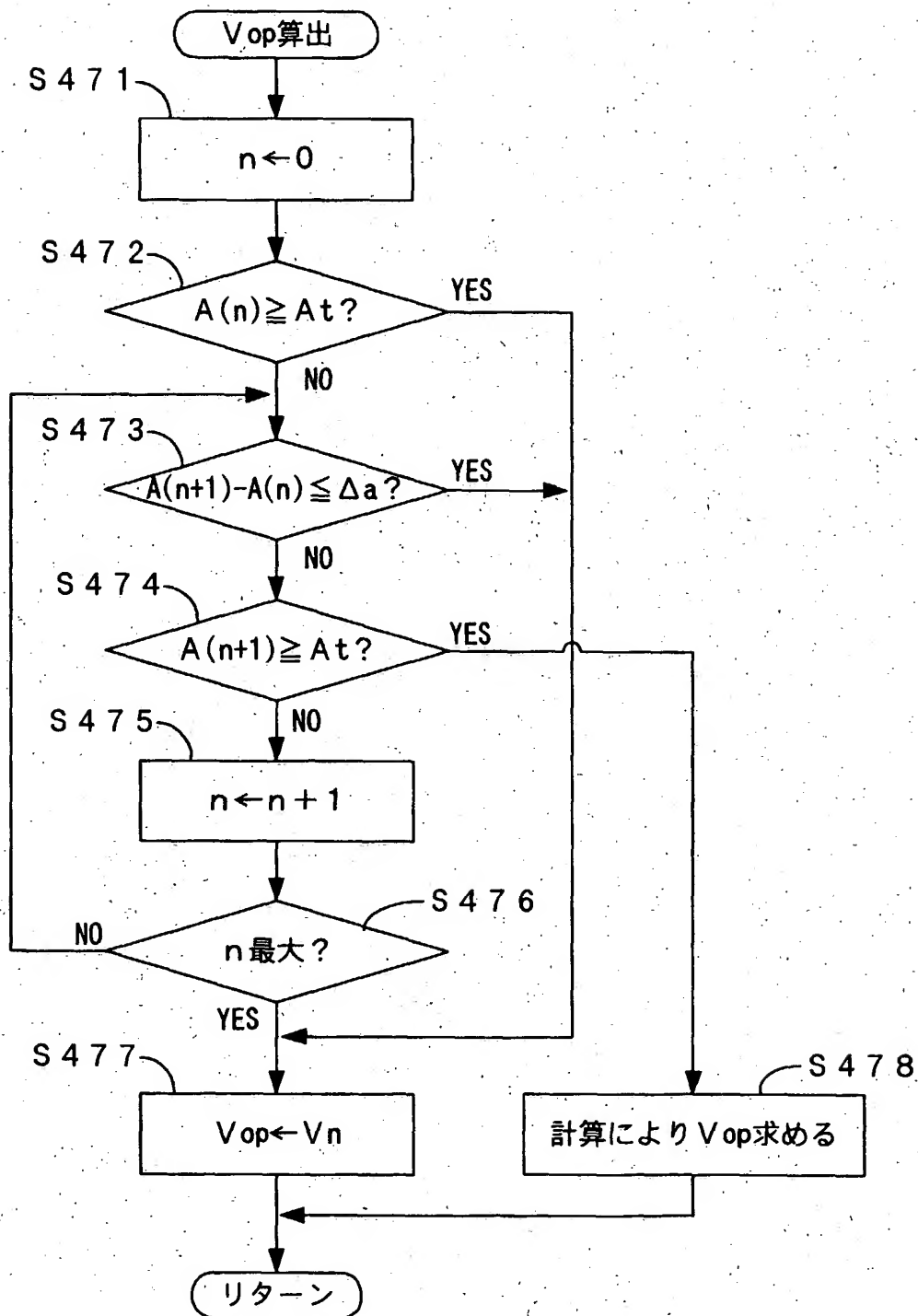
【図16】



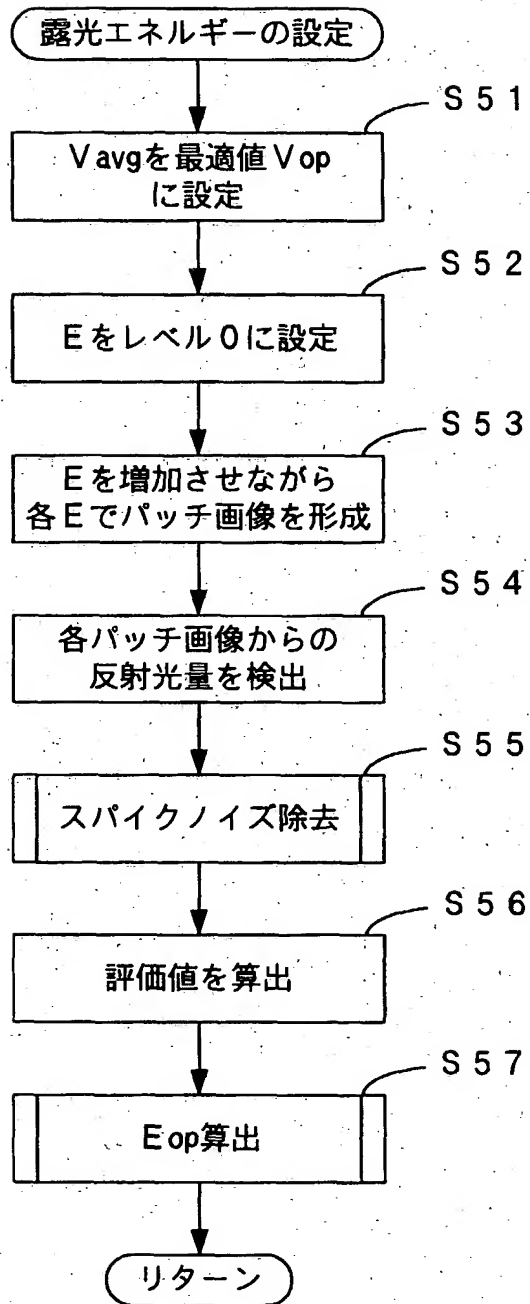
【図17】



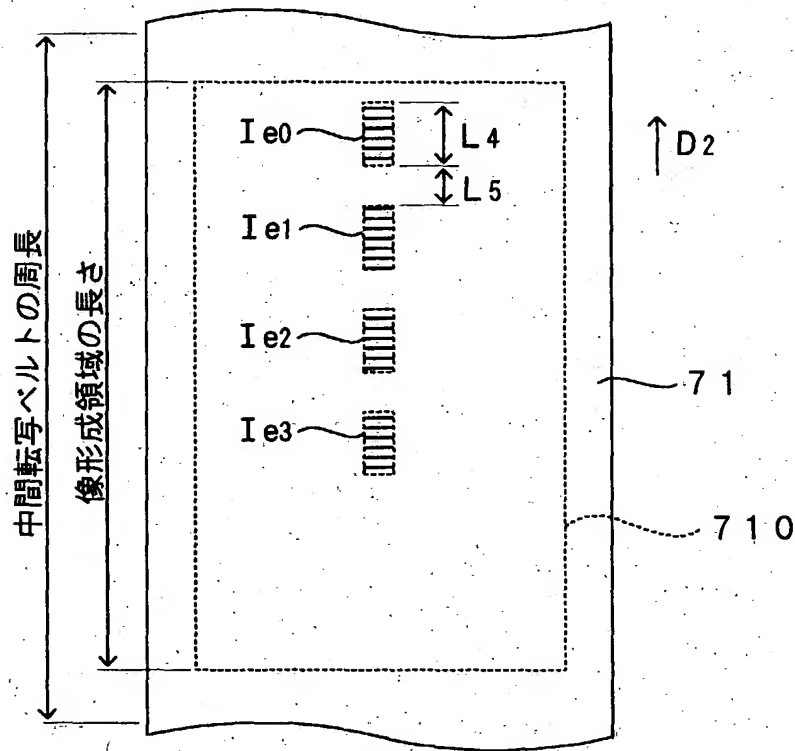
【図18】



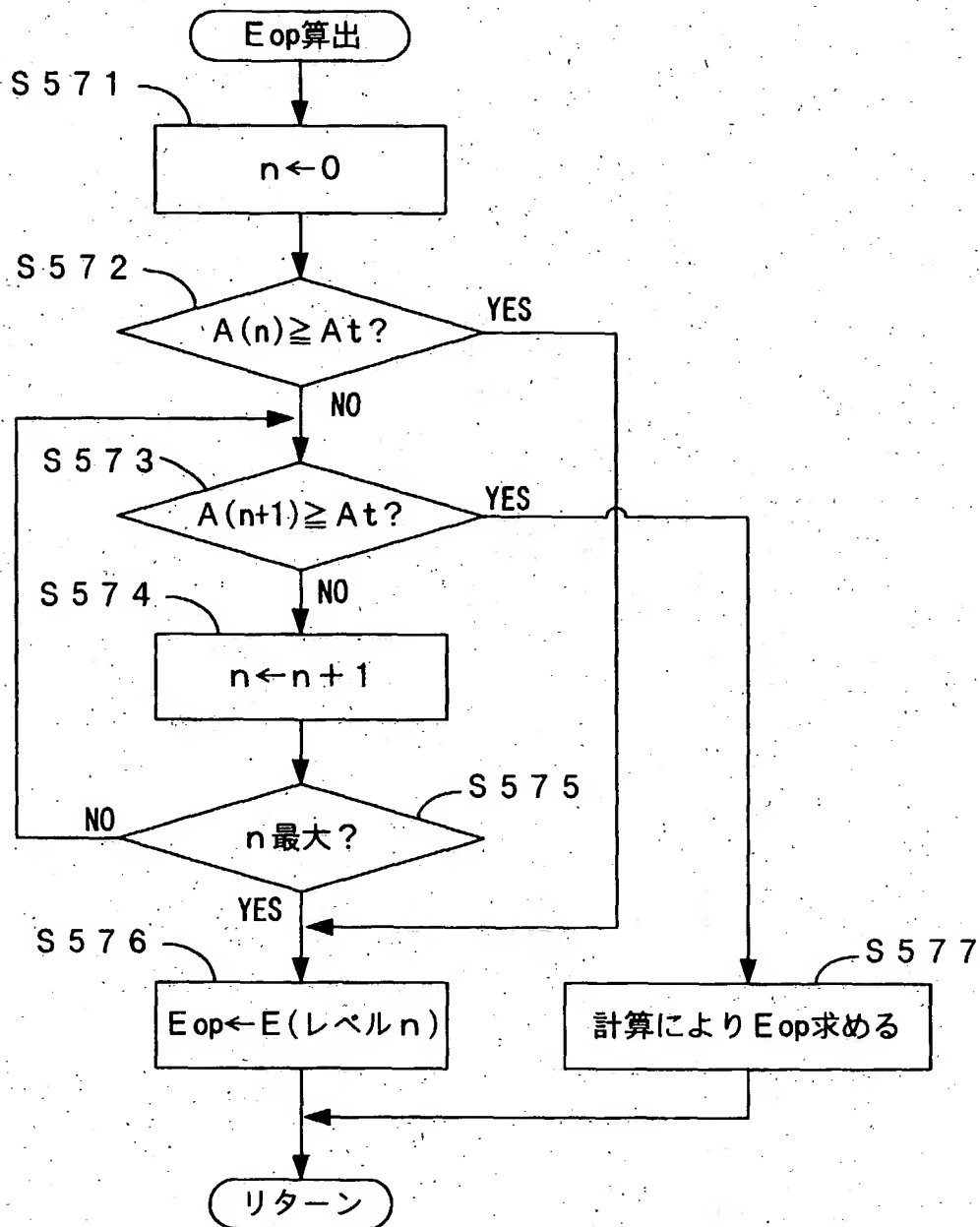
【図19】



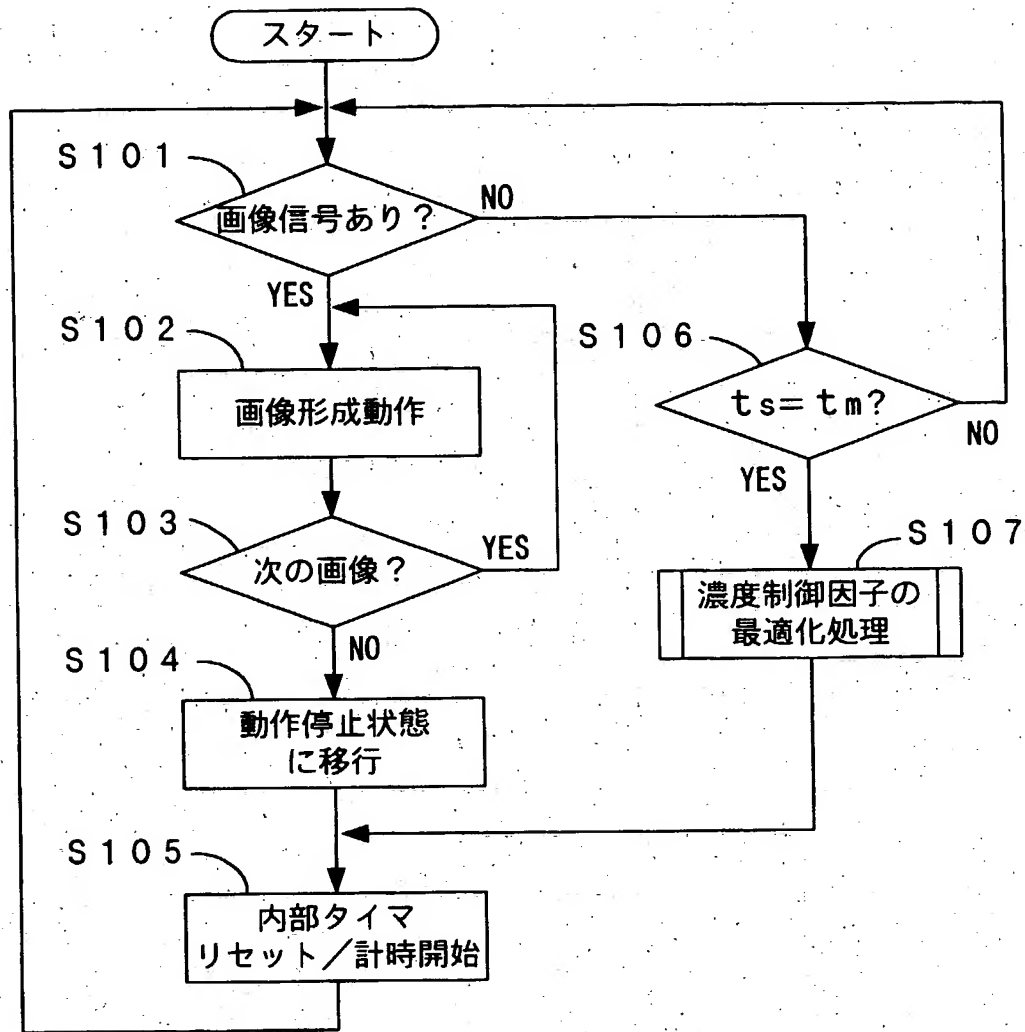
【図 2 0】



【図 21】



【図 22】



【図 23】

